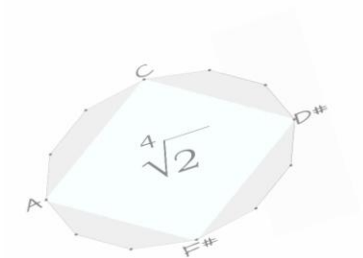
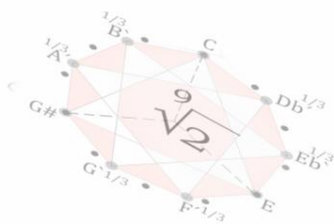
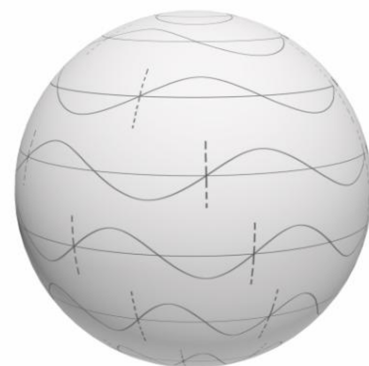


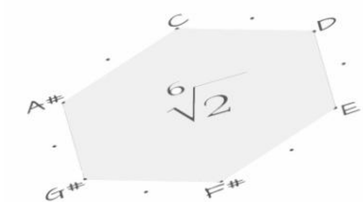
ARMONÍA MUSICAL

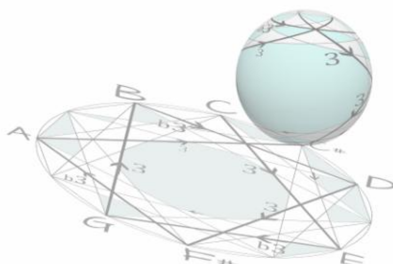
La geometría del sonido











Jovis Fernández de la Cruz Domínguez

ARMONÍA MUSICAL

La geometría del sonido

Jovis Fernández de la Cruz Domínguez

ARMONÍA MUSICAL. La geometría del sonido
www.lageometriadelsonido.com

ISBN: 978-84-09-33467-4
Depósito Legal: M-24778-2021

Jovis Fernández de la Cruz Domínguez
www.iovis.es

Primera Edición: Septiembre 2021

ÍNDICE GENERAL

PRÓLOGO

Han transcurrido casi seis años desde que comencé a desarrollar este trabajo y son incontables las horas de estudio y entrega que le he dedicado hasta darle forma y por fin acabarlo.

Inicialmente, la pretensión de este libro no ha sido tanto querer enseñar a quien se interesa en el estudio de la armonía, sino más bien la de tratar de aprender y comprender por mí mismo el porqué de muchas cuestiones que me venían rondando desde hacía tiempo.

Personalmente, este ejercicio me ha resultado de gran utilidad para organizar, estructurar y ampliar los conocimientos e intuiciones previos que manejaba, en los que quedaban demasiados cabos sueltos. Ha sido un proceso verdaderamente apasionante y es mucho y muy valioso lo que me ha aportado.

Ahora que está terminado, se presenta el momento de compartirlo con quienes tienen en común esta gran inquietud. Espero que sea de gran utilidad tanto para aquellos que realizan sus primeras incursiones como para los más eruditos en la materia, ya que creo que el enfoque y muchos de los asuntos tratados no son habituales en publicaciones de este tipo.

Quizás debido a una forma excesivamente racional de entender cómo funcionan las cosas, no me encontraba satisfecho con un enfoque teórico exclusivamente musical a la hora de estudiar armonía. Sentía la necesidad de saber qué es lo que sucede físicamente.

Visualizar las notas musicales en términos de frecuencia y longitud de onda aporta una visión muy clara a la hora de comprender las relaciones existentes entre intervalos. No son necesarias matemáticas demasiado complejas para apreciar la proporcionalidad entre los sonidos de la serie armónica o para explicar en qué consisten la afinación pitagórica o el temperamento igual.

Este es precisamente el punto de partida desde el que comenzamos nuestro estudio. En primer lugar definimos cuál es el comportamiento elemental del sonido y en qué consisten las ondas estacionarias que dan lugar a la aparición de las notas musicales. Este fenómeno es el que establece cuáles son las consonancias más básicas y es el origen de los diferentes modelos de afinación. Una vez contamos con una serie de notas, establecer un cifrado interválico es imprescindible para manejarnos con soltura y poder seguir avanzando.

Para organizar y clasificar lo mejor posible los contenidos de este volumen los he repartido en siete bloques. En el primero abordamos los fundamentos físicos de la armonía como ya hemos referido. El segundo está dedicado al estudio de los intervalos estableciendo un paralelismo entre los principales sistemas de afinación.

El tercero analiza los principales acordes empleados en armonía moderna y el cuarto el uso modal y tonal de los modos griegos. Aunque no era mi intención inicial dedicarle demasiada atención a la armonía funcional *(puesto que hay mucho material y de gran calidad al respecto),* finalmente estos dos bloques son claramente los que más tiempo y más páginas me han consumido. No podía pasar por alto los conceptos que aquí se trabajan y a medida que se fue desarrollando me fui dando cuenta de que el contenido y el enfoque puede ser de gran utilidad, especialmente para la estructuración de las escalas modales.

La quinta parte analiza las repercusiones que el sistema geométrico de doce sonidos ha tenido en la música occidental desde finales del XIX y sobretodo en el siglo XX. La armonía en espejo,

los modos de transposición limitada, el sistema axial Bartók o el dodecafonismo son algunas de las técnicas derivadas del modelo temperado que analizamos en este bloque.

La sexta parte es sin duda la apuesta más arriesgada y una de las principales motivaciones que me impulsaron. Constituye un exhaustivo análisis de la serie armónica a partir de la proporcionalidad rítmica existente entre las frecuencias que la componen. A lo largo de estos capítulos se desarrollan en paralelo el ritmo de la armonía así como la armonía del ritmo, por lo que además de profundizar en conceptos armónicos, llevamos a la vez un interesante estudio rítmico basado en la idea de los compases irracionales. *(Son compases irracionales aquellos que contienen un número diferente a la serie exponencial de dos en el denominador, como por ejemplo 4/5).*

En el séptimo y último bloque estudiamos las posibilidades microtonales derivadas del temperamento igual, en el que la octava es dividida por intervalos proporcionalmente iguales entre sí. Proponemos un cifrado para el manejo de los intervalos microtonales obtenidos y establecemos un interesante paralelismo geométrico con el estudio rítmico de la serie armónica desarrollada durante el bloque anterior.

Estudiar la música a través de la geometría resulta sin lugar a dudas una manera extraordinaria para comprender mejor cómo está estructurada. Facilita muchísimo la visualización de los conceptos y permite establecer relaciones que de otro modo son complicadas de apreciar.

Abundan los gráficos y las tablas. Creo que resultan de gran utilidad y confío en que harán de este libro una herramienta muy valiosa. Espero que pueda servir como manual de consulta en la biblioteca de cualquier músico.

Finalmente se incluye la contextualización en la que me he basado para los aspectos históricos del estudio. Le he dado bastante importancia a estas cuestiones y me ha parecido interesante añadirla, creo que aporta cosas muy interesantes.

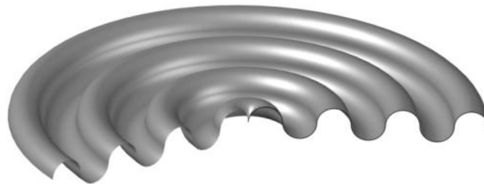
De manera adjunta incluimos también un rosco giratorio de cuatro piezas que resultará de gran ayuda para el estudio de la segunda, tercera y cuarta parte.

1. FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA ARMONÍA MUSICAL

1.1- PROPIEDADES DEL SONIDO

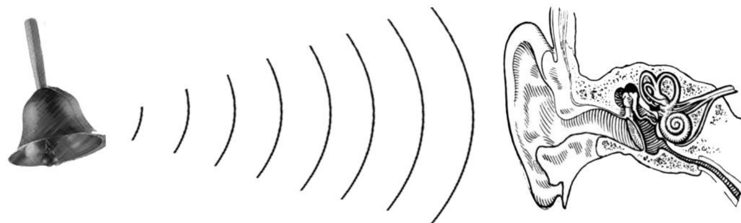
Por definición el **sonido** es un fenómeno físico que se produce cuando un objeto al vibrar provoca la propagación de ondas en un medio sólido, líquido o gaseoso. Es una forma de energía mecánica y como tal responde a las leyes newtonianas del movimiento.

Las ondas del sonido se propagan de manera parecida a las ondas que provoca una piedra al caer en el agua.

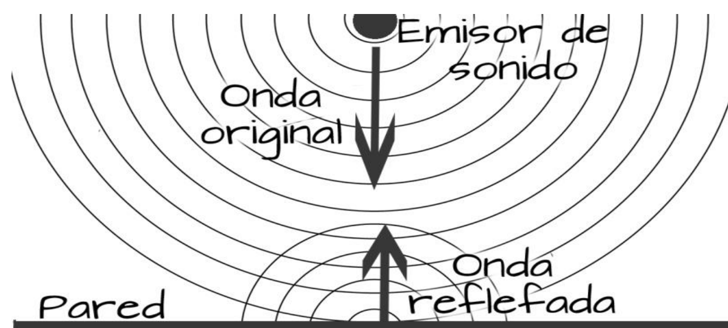


El movimiento pendular de un objeto al vibrar empuja las moléculas que hay a su alrededor. Estas a su vez transmiten el movimiento en cadena a las siguientes moléculas y se genera el movimiento ondulatorio. El sonido implica únicamente transporte de energía, no de materia. No se produce en el vacío pues es necesario un soporte material para su propagación. La velocidad del sonido varía en función del medio en el que se desenvuelve. Es mayor cuando la densidad es más alta por ser menor la distancia entre las moléculas. Adquiere mayor velocidad en el medio sólido que en el líquido y es más lento en el medio gaseoso. En un medio elástico como es el aire la onda de presión que provoca el sonido comprime las moléculas haciendo que estas se aproximen mucho entre sí. Con la descompresión las moléculas se separan para volver a su lugar de origen. La compresibilidad y la densidad de un medio gaseoso varía mucho en función de la presión y la temperatura, de manera que son muchos los factores que influyen en la propagación del sonido.

El **oído** es un complejo órgano diseñado para captar las vibraciones acústicas que se propagan por el aire. Cuando las ondas de sonido alcanzan los tímpanos estos se estimulan con la vibración y el aparato auditivo traduce los movimientos vibratorios en impulsos nerviosos que a continuación serán procesados por el cerebro para su identificación e interpretación.



Al igual que sucede con las ondas de movimiento en el agua, cuando el sonido topa con una pared o con un objeto se produce un rebote de la onda conocido como **reflexión**.



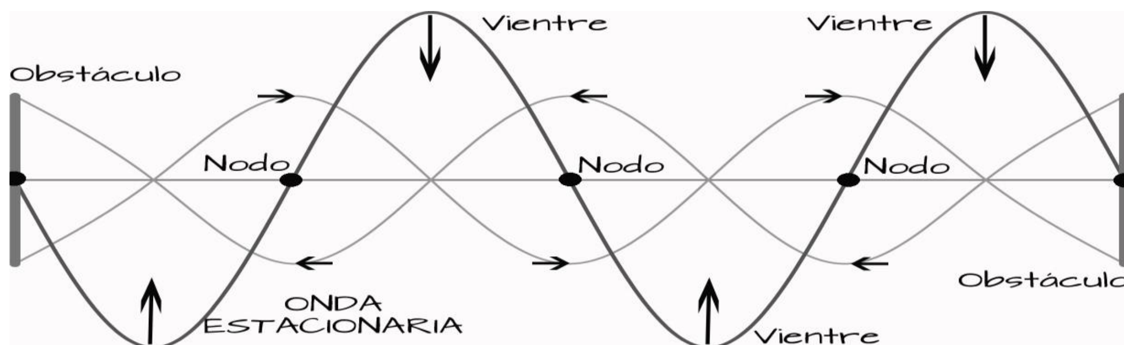
La reflexión depende y varía en función del material de la pared u objeto con el que topa la onda. Cuando el material es absorbente el sonido se amortigua y la onda se desvanece. En este caso el rebote no se produce.

La reflexión explica fenómenos acústicos como la **reverberación, el eco y las ondas estacionarias.**

La **reverberación** consiste en una ligera permanencia del sonido una vez la fuente detiene la emisión. Es la suma total de todas las reflexiones originadas en la sala. Se cuantifica mediante el "tiempo de reverberación" que es el tiempo que transcurre entre que se detiene la emisión y desaparece el sonido.

Cuando la pared donde rebota el sonido se encuentra a una distancia de más de 17 metros se produce el **eco**. El tiempo que transcurre desde que emitimos un sonido hasta que este rebota en un obstáculo lejano y regresa a nuestra posición hace que percibamos la reflexión como una repetición del sonido.

El fenómeno de las **ondas estacionarias** sucede cuando el sonido queda atrapado entre dos o más obstáculos enfrentados. Las repetidas reflexiones que se producen provoca la aparición de ondas estables que viajan constantemente de un obstáculo al otro interfiriendo entre sí en torno a un mismo eje. El resultado de las fuerzas vectoriales que ejercen estas ondas da como resultado las onda estacionarias, caracterizadas por la anulación del movimiento vibratorio en los puntos fijos denominados nodos y por duplicar el movimiento vibratorio en los puntos denominados vientres o antinodos.

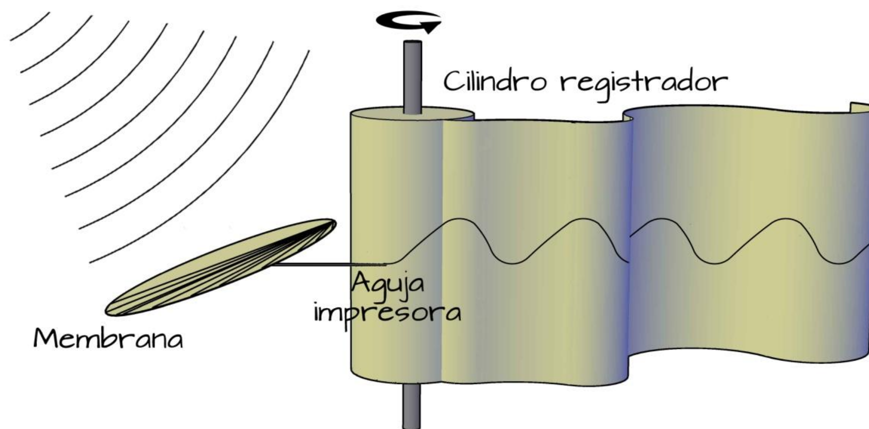


Las ondas estacionarias se generan en los movimientos vibratorios de la cuerda, también en las columnas de aire contenidas en los tubos, en las membranas y en todo tipo de objetos. El movimiento estable de las ondas estacionarias genera sonidos con una oscilación que se repite periódicamente con un ritmo constante. Cuando esto sucede aparecen las notas musicales

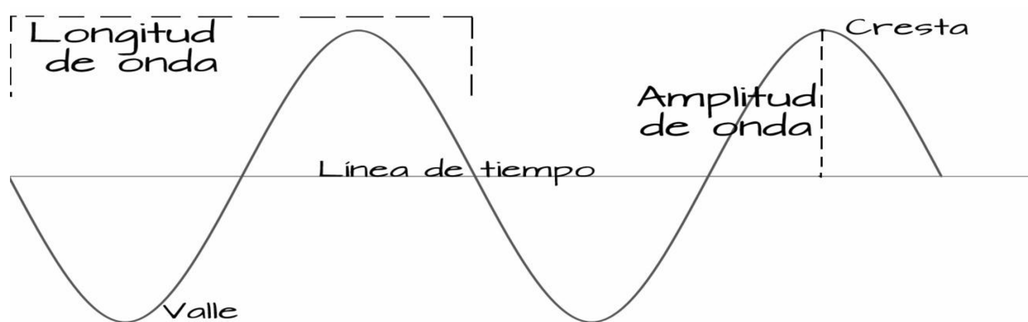
Las ondas estacionarias explican a su vez el fenómeno de la **resonancia acústica**. Cuando un cuerpo capaz de vibrar es sometido a una vibración periódica similar a su periodo de vibración, el cuerpo comienza a vibrar por simpatía multiplicando la fuerza original. Por esa razón una cantante soprano es capaz de reventar una copa de cristal al entonar con fuerza la frecuencia de resonancia de la copa.

Para obtener el registro de las ondas de sonido y estudiar su comportamiento se inventó el **fonoautógrafo**. Este aparato patentado en 1857 por el francés Édouart-Leon Scott permite registrar de forma gráfica las ondas del sonido, aunque no será posible después reproducirlas hasta la invención del fonógrafo de Edison dos décadas más tarde.

El fonoautógrafo consiste básicamente en una membrana que vibra excitada por las ondas del sonido unida a una aguja que imprime el movimiento de la membrana en un cilindro registrador que gira con una velocidad constante.

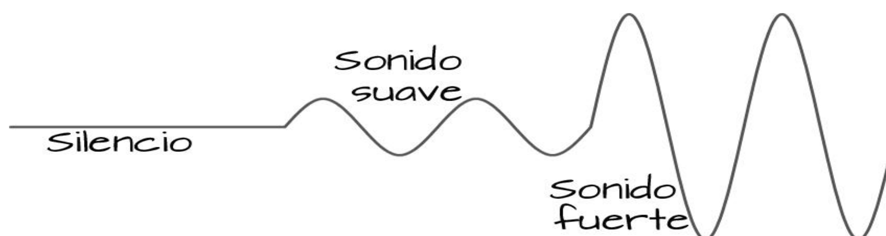


Analizando el registro gráfico de una onda de sonido determinamos cuales son las partes de las que consta.



El eje horizontal en torno al cual se mueve la curva del sonido representa el paso del tiempo. El movimiento constante del cilindro registrador de nuestro fonoautógrafo hace posible que la aguja impresora unida a la membrana dibuje el movimiento de la onda de sonido en el transcurso del giro.

La **amplitud de onda** es la distancia existente entre la cresta o el valle de la onda y el eje. Hace referencia a la fuerza o cantidad de energía que transporta la onda de sonido. Cuanto mayor es la amplitud de onda mayor es el volumen al que suena. En los momentos de silencio al no existir movimiento de la membrana la aguja impresora dibujaría una línea recta sobre la línea de tiempo.



La **longitud de onda** se define como la distancia entre dos puntos que están en el mismo estado de vibración. Se expande a lo largo de la línea de tiempo realizando un movimiento ondulatorio completo hasta volver a la posición de origen. La longitud de onda se repite rítmicamente manteniendo en bucle el mismo patrón.

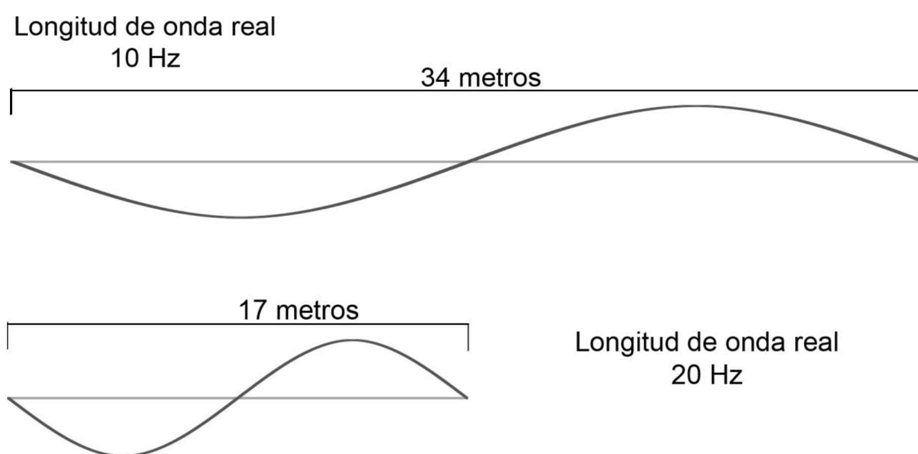
Se denomina **periodo** al tiempo que transcurre hasta que se completa la longitud de onda al completo. El número de ciclos completos que realiza una onda en una determinada unidad de tiempo es la **frecuencia**.

La unidad de medida para medir la frecuencia de una onda es el **Hertzio** (Hz). [1] Los hertzios miden el número de ciclos que realiza una onda en un segundo.



En el gráfico anterior están representadas las frecuencias 10 y 20 hertzios. En el transcurso de un segundo la onda completa se repite diez veces en el primer caso y veinte veces en el segundo. Para que esto suceda la longitud de onda ha de ser la mitad en el caso de los 20 Hz. Dos periodos de 20 Hz tienen la misma duración que un periodo de 10 Hz.

Es necesario aclarar que la longitud de onda tiene una dimensión espacial real. En el fonoautógrafo queda representado gráficamente el tiempo que la onda emplea en completar su periodo, pero para calcular la **longitud de onda real** es necesario establecer la relación que existe entre la velocidad de propagación del sonido y el tiempo que la onda ha empleado en realizar un ciclo completo para saber cuánto espacio ha recorrido. Por ejemplo, en el aire con una frecuencia de 10 Hz la "longitud de onda real" mide 34 metros . Si la frecuencia es de 20 Hz la longitud de onda real será justamente la mitad, es decir 17 metros.



El oido humano tiene la capacidad de percibir sonidos comprendidos entre los 20 y los 20.000 Hz. Las frecuencias altas se corresponden con los sonidos agudos, mientras que las frecuencias bajas se corresponden con los graves. Las vibraciones con frecuencias inferiores a los 20 Hz se denominan infrasonidos, mientras que las vibraciones que se sitúan por encima de los 20.000 Hz son ultrasonidos.



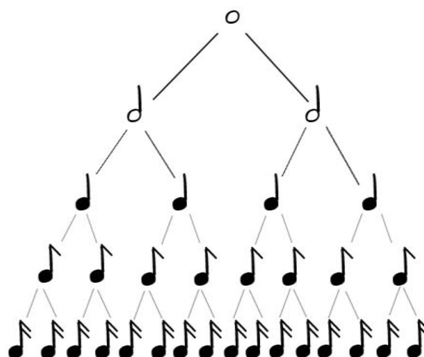
[1] En honor a los estudios ondulatorios del físico Rudolf Hertz.

CUALIDADES BÁSICAS DEL SONIDO

Para describir la naturaleza de un sonido o para establecer una comparativa con otros sonidos manejamos en todo momento conceptos que giran en torno a las cuatro cualidades básicas del sonido. Estas son **duración, intensidad, altura y timbre.**

1.DURACIÓN

La duración hace referencia al tiempo que dura un sonido. En términos musicales utilizamos una comparativa proporcional para establecer la duración de los sonidos con las **figuras rítmicas.**



En una partitura la **duración de los silencios** también se indica con figuras rítmicas con proporciones equivalentes a las anteriores.



2.INTENSIDAD

La intensidad hace referencia al volumen al que suena un sonido. Está relacionada con la **amplitud de onda**. Como vimos anteriormente los sonidos fuertes tienen una amplitud de onda grande mientras que los sonidos suaves tienen amplitud de onda pequeña.

En acústica para comparar el volumen de los sonidos se suele utilizar el **decibelio** (dB) como unidad de medida. Un decibelio es la décima parte de un belio. Recibe este nombre en honor al científico Grahan Bell. El decibelio expresa la relación existente entre dos valores. Es una expresión logarítmica relativa, porque indica cuantas veces más suena un sonido con respecto a otro.

Es necesario establecer un valor de referencia en primer lugar, habitualmente el umbral mínimo de percepción humana del sonido (20 micropascales). El valor de referencia se sitúa en los 0 dB. Un sonido con 10 dB es 10 veces más potente que el sonido de referencia, un sonido con 20 dB es 100 veces más potente, con 30 dB 1000 veces más, y así sucesivamente...

Se establece el modelo logarítmico relativo debido a que la sensibilidad auditiva sigue un patrón similar para comparar el volumen de los sonidos. Los conceptos de sonido fuerte o débil son relativos, varían en función de una referencia. La acústica fisiológica ha demostrado que una persona al escuchar un sonido aislado no es capaz de dar una indicación fiable sobre su intensidad. Cuando escucha dos sonidos es capaz de establecer una comparativa entre ambos.

El umbral del dolor se sitúa en torno a los 130 dB, a partir de este volumen el oído puede sufrir daños y pérdida de audición. Como es lógico tanto el umbral mínimo de percepción como

el umbral del dolor no es el mismo en todas las personas, varía en función de la edad y también depende de la frecuencia del sonido.

Medición de ruidos en decibelios

200 dB	Bomba atómica18 kilotones
140 dB	Motor fórmula uno
130 dB	Umbral del dolor
90 dB	Carretera
70 dB	Aspiradora
40 dB	Conversación normal
10 dB	Respiración
0 dB	Umbral auditivo

En términos musicales se utilizan los **matices dinámicos** para indicar en una partitura si es necesario interpretar la pieza con más fuerza o suavidad. La dinámica hace referencia a las graduaciones de intensidad. Se basa en conceptos subjetivos que dejan en manos de la interpretación personal y emocional del intérprete la manera de llevarlos a cabo. Los símbolos empleados se diferencian en *"dinámica de grados"* y *"dinámica de transición" .*

Dinámica de grados.

Los símbolos de la dinámica de grados establece diferentes grados de intensidad para la ejecución de una partitura atendiendo a la diferencia entre sonido fuerte y sonido débil. Se utiliza para ello la terminología italiana. "*Piano"* significa suave y *"forte"* quiere decir fuerte.

ppp	**pianississimo**
pp	**pianissimo**
p	**piano**
mp	**mezzopiano**
mf	**mezzoforte**
f	**forte**
ff	**fotissimo**
fff	**forrtississimo**

Dinámica de transición.

Los símbolos de dinámica de transición establecen la transición progresiva entre diferentes grados de intensidad. Al igual que con los símbolos de la dinámica de grados empleamos la terminología italiana.

Para indicar el aumento paulatino de intensidad se utilizan los siguientes:

$cresc.$	**crescendo**
$aum.$	**aumentando**

Para la disminución de intensidad:

$decresc.$	**decrescendo**
$dim.$	**diminuendo**
$mor.$	**morendo**
$Perd.$	**perdendosi**
$sting.$	**stinguendo**

Los *"reguladores de intensidad"* son también símbolos utilizados para indicar la dinámica de transición. Consisten en dos líneas formando un ángulo agudo dibujadas encima de las líneas del pentagrama que nos indican la dinámica que debemos de utilizar en la interpretación de la partitura.



3. ALTURA

La altura hace referencia a la frecuencia a la que vibra un sonido. Como vimos anteriormente las frecuencias bajas se corresponden con los sonidos graves y las frecuencias altas con los sonidos agudos.

Es preciso aclarar la diferencia existente entre los denominados **sonidos determinados** y los **sonidos indeterminados.**

Los **sonidos determinados** se caracterizan por vibrar con una frecuencia rítmica clara y constante, generalmente ocasionadas por la vibración de una onda estacionaria. En los **sonidos indeterminados** no es posible identificar un patrón vibratorio claro y constante porque se mezclan diferentes frecuencias sin ningún tipo de orden ni proporcionalidad aparente.

Los sonidos determinados dan lugar al fenómeno de las **notas musicales**. Nuestro oído es capaz de reconocer la vibración cíclica de un sonido determinado. Es más, con cierto entrenamiento es incluso capaz de comparar la proporción existente entre dos sonidos con diferente frecuencia de vibración. A cada nota musical le corresponde una frecuencia concreta. Si subimos por orden ascendente en la **escala diatónica** cada nota tiene una frecuencia de vibración superior a la anterior, es decir, es más aguda.

DO	RE	MI	FA	SOL	LA	SI	DO´
130,80Hz	146,83Hz	164,81Hz	174,61Hz	195,99	220,00	246,94	261,62
1	2	3	4	5	6	7	8

De **Do** a **Do'** hay ocho notas en la escala diatónica, por eso decimos que existe un intervalo de octava entre estas dos notas. La **f**recuencia de **Do'** es justo el doble con respecto a **Do**.

$$\mathbf{f_{(do)} \times 2 = f_{(do´)}}$$

Cuando nuestro oído escucha una nota al doble de frecuencia con respecto a otra percibe la sensación de estar escuchando la misma nota en una octava superior. Por esa razón desplegamos la escala diatónica de forma repetida a lo largo de las diferentes octavas en nuestro rango auditivo.

DO	130,80 Hz		**DO'**	261,62 Hz		**DO''**	523,25 Hz
RE	146,83 Hz		**RE'**	293,66 Hz		**RE''**	587,32 Hz
MI	164,81 Hz		**MI'**	329,62 Hz		**MI''**	659,25 Hz
FA	174,61 Hz	x2	**FA'**	349,22 Hz	x2	**FA''**	698,45 Hz
SOL	195,99 Hz		**SOL'**	391,99 Hz		**SOL''**	783,99 Hz
LA	220,00 Hz		**LA'**	440,00 Hz		**LA''**	880,00 HZ
SI	246,94 Hz		**SI'**	493,88 Hz		**SI''**	987,76 Hz

4. TIMBRE

El timbre es la cualidad acústica que nos permite diferenciar los diferentes instrumentos musicales y también las voces de las personas por su sonido característico. Se define como la **identidad acústica** de cada instrumento o voz.

Cuando dos instrumentos distintos, por ejemplo la guitarra y la flauta, ejecutan una misma nota el sonido es aun así diferente. A pesar de emitir exactamente la misma frecuencia fundamental el resultado no es igual como consecuencia de la diferencia tímbrica que existe entre los dos instrumentos.

Esto es debido al espectro armónico que define la naturaleza tímbrica de cada sonido. Cuando se produce el fenómeno de las ondas estacionarias se genera una serie de frecuencias proporcionales entre sí conocida como **serie armónica.** La primera frecuencia de la serie es la **frecuencia fundamental** y es la que nuestro oído reconoce habitualmente como nota musical. Las demás frecuencias acompañan a la fundamental generando la sensación tímbrica. El timbre de un instrumento o voz se define por la intensidad a la que vibra cada armónico de la serie.

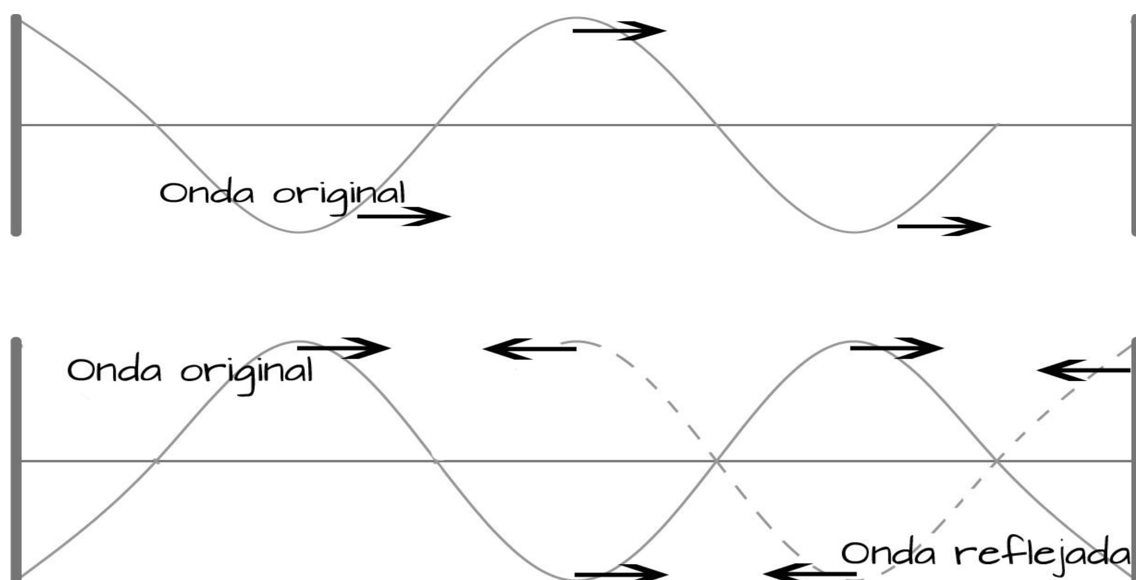
La **formación de armónicos en ondas estacionarias** es un fenómeno complejo fruto de la interacción entre las diferentes fuerzas vectoriales que interfieren entre sí cuando se produce un movimiento vibratorio en un cuerpo con un determinado periodo de vibración. En el siguiente capítulo estudiaremos con más detalle cómo se forman las ondas estacionarias y cómo se ordena el espectro armónico. Las proporciones de la serie armónica constituyen la base para el desarrollo de los modelos teóricos en la armonía musical.

1.2- ONDAS ESTACIONARIAS Y SERIE ARMÓNICA

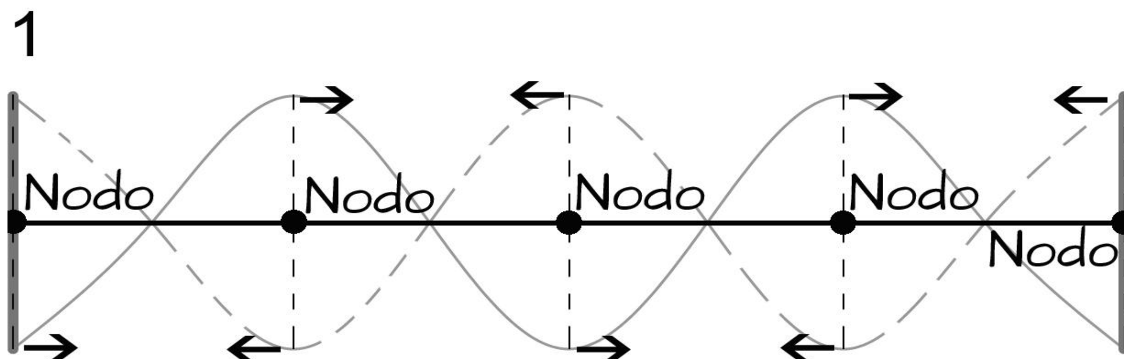
Como vimos en el capítulo anterior, las **ondas estacionarias** se generan en los movimientos vibratorios de la cuerda, en las columnas de aire contenidas en los tubos, en las membranas y en todo tipo de objetos, incluso entre las paredes de una sala.

Cuando el sonido queda atrapado entre dos o más obstáculos enfrentados, como consecuencia de las reflexiones que se producen aparecen ondas estables que viajan constantemente de un obstáculo al otro interfiriendo entre sí en torno a un mismo eje.

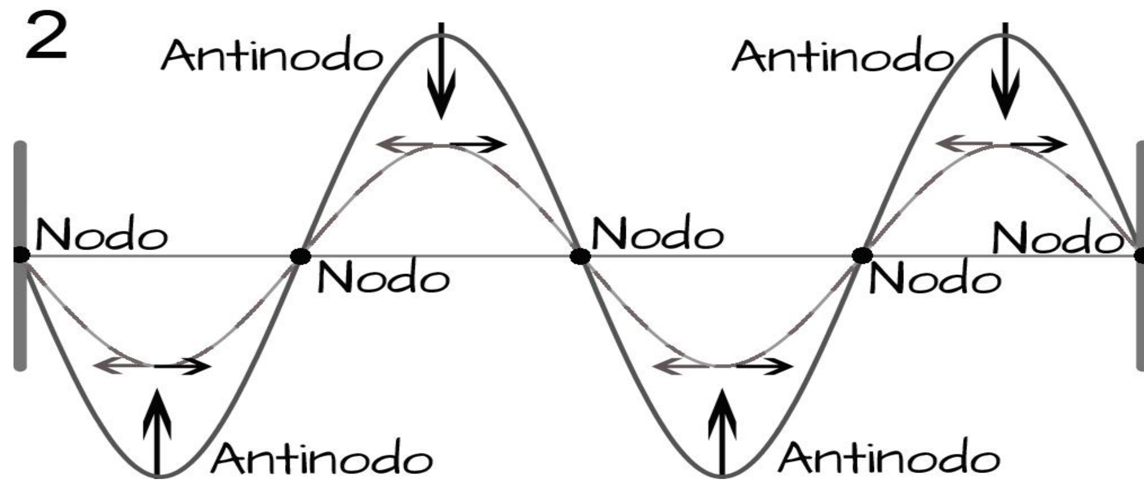
Una onda con longitud de onda determinada topa con uno de los obstáculos, se produce la reflexión y aparece la onda reflejada con igual longitud de onda pero con dirección opuesta.



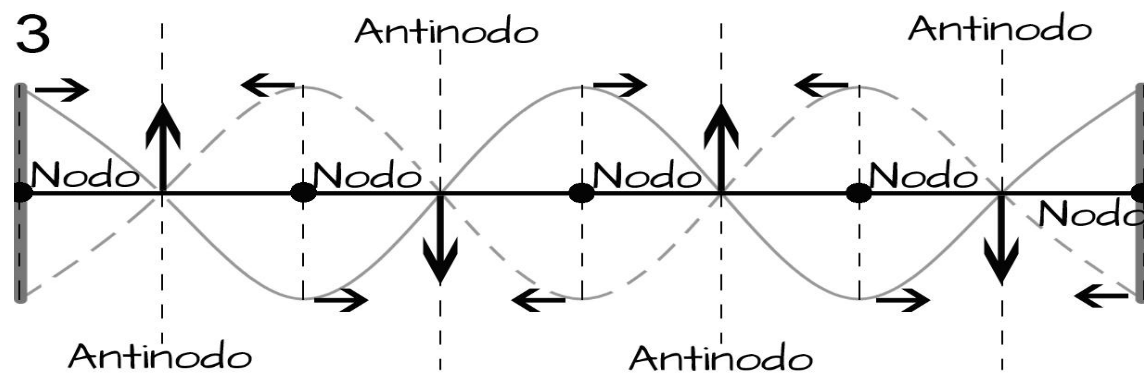
El resultado de las fuerzas vectoriales que ejercen las continuas reflexiones de estas dos ondas es la aparición de la onda estacionaria. En los puntos donde coincide el valle de una onda con la cresta de la otra el movimiento vibratorio se anula. estos puntos de denominan **nodos**.



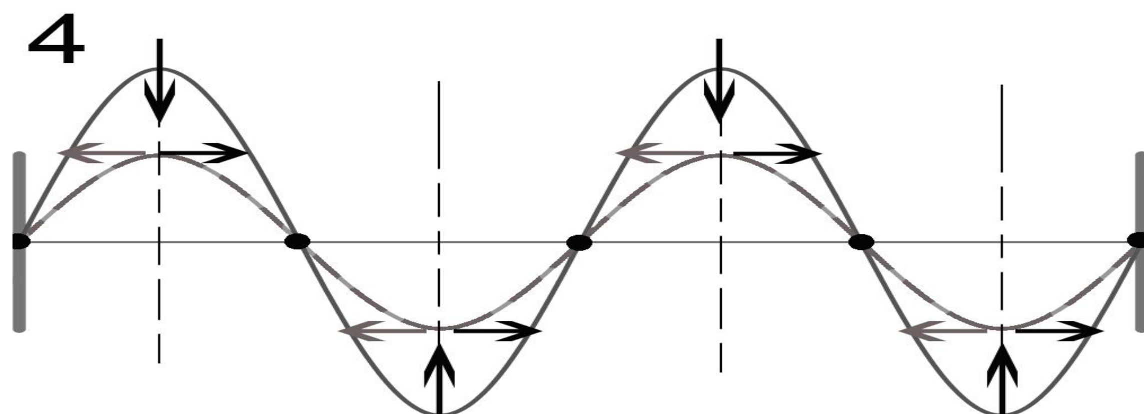
En los lugares donde las crestas y los valles de una onda coinciden con los de la otra se duplica la amplitud de la onda resultante. Estos puntos se denominan **vientres** o **antinodos.**



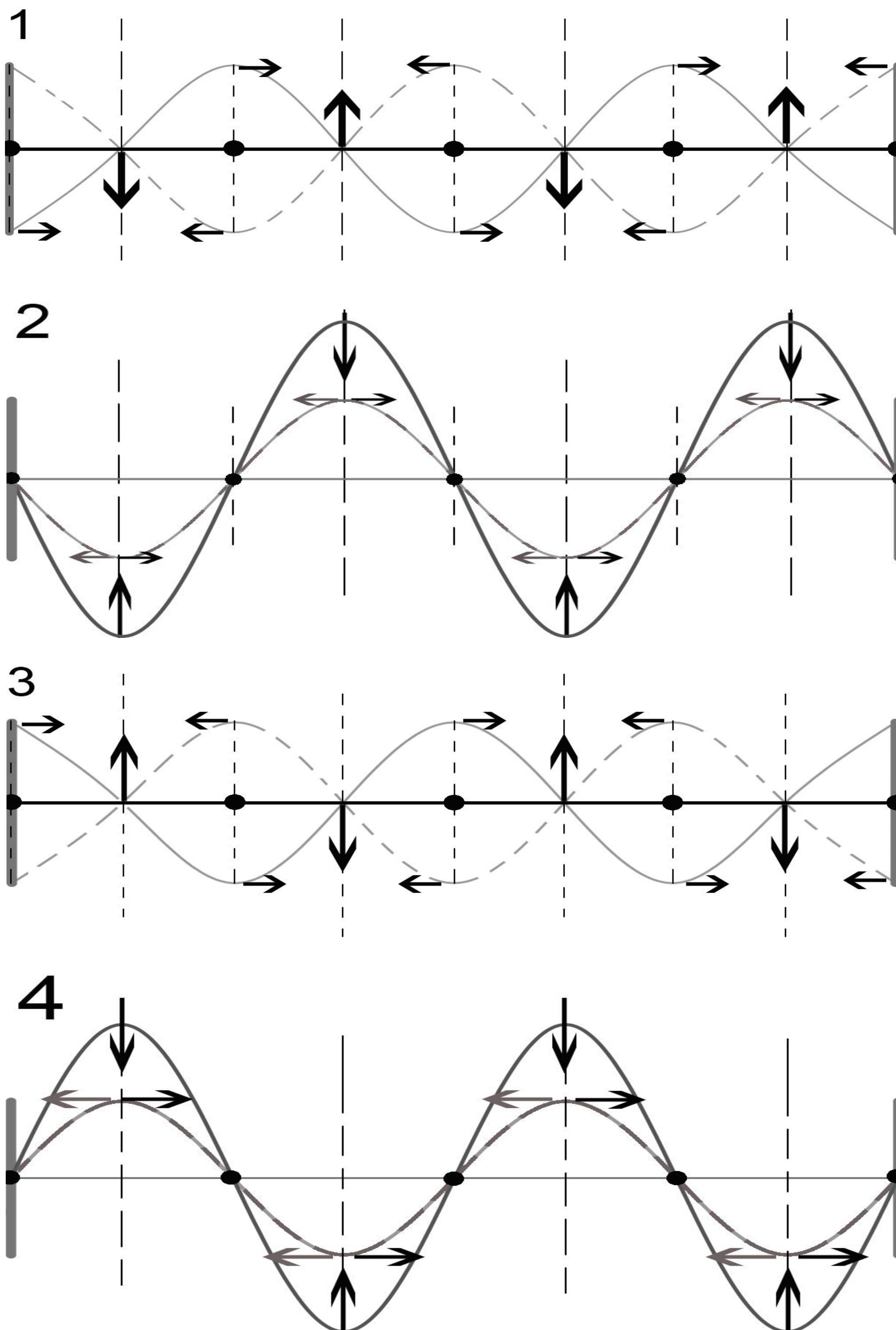
Los nodos y los antinodos son puntos fijos en el eje de la onda estacionaria, de ahí su nombre. La onda estacionaria no se desplaza de un lado hacia el otro. Los antinodos suben y bajan en torno a un punto fijo del eje en función de la posición en la que se sitúan las ondas que reflexionan.



La dirección opuesta de las ondas que continuamente reflexionan entre dos obstáculos provoca que estas entren en fase y desfase cíclicamente dando lugar al movimiento pendular de los antinodos en la onda estacionaria.



El movimiento de la onda estacionara se resume en estos **cuatro estados** y se repite de manera constante.

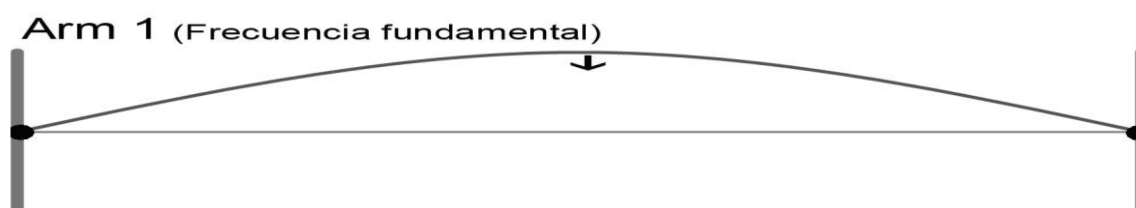


SERIE ARMÓNICA

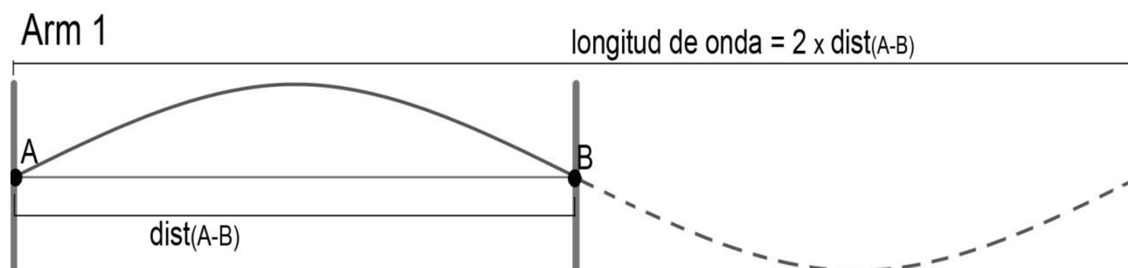
Por lo general cuando se da el fenómeno de las ondas estacionarias, por ejemplo en el movimiento vibratorio de una cuerda o en la vibración de una columna de aire contenida en un tubo, no se produce una única onda estacionaria. Se genera una serie de ondas estacionarias ordenadas proporcionalmente por su longitud de onda conocida como **serie armónica.**

La intensidad a la que vibra cada armónico de la serie define como resultado final el timbre de una voz o instrumento.

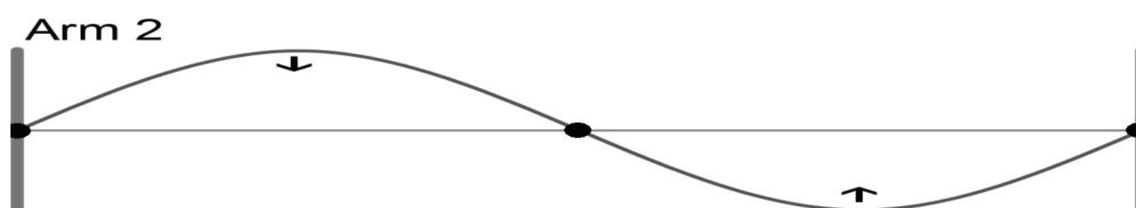
La serie se ordena por el número de nodos que tiene cada armónico. la **primera onda** estacionaria de la serie define la **frecuencia fundamental**, es decir, la frecuencia que nuestro oído reconoce como nota musical. Tiene solamente **dos nodos** situados en los dos obstáculos que provocan las reflexiones.



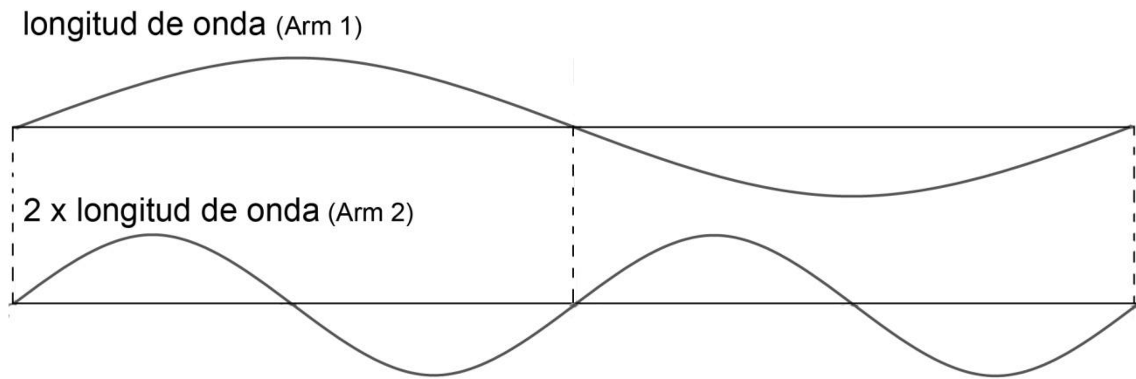
Su **longitud de onda real** es dos veces la distancia entre los dos obstáculos. En el caso de una cuerda dos veces la longitud de la cuerda.



El **segundo armónico** de la serie tiene **tres nodos**. Dos en los dos obstáculos y uno justo en la mitad.



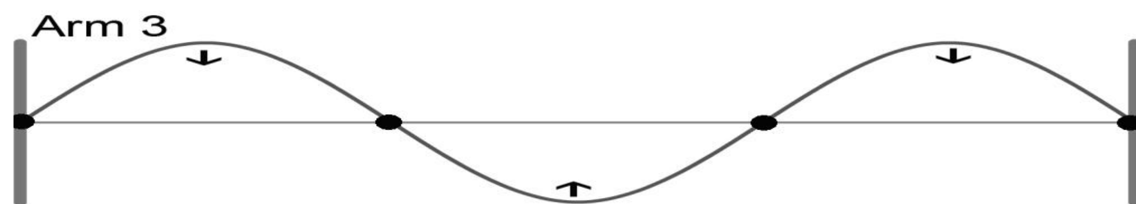
La longitud de onda del segundo armónico es igual a la distancia que existe entre los dos obstáculos, es decir la mitad con respecto a la longitud de onda del primer armónico. En consecuencia el "armónico 2" emplea la mitad de tiempo para completar su periodo. Dicho de otra forma; en el tiempo que el "armónico 1" completa un ciclo completo el "armónico 2" completa dos ciclos completos.



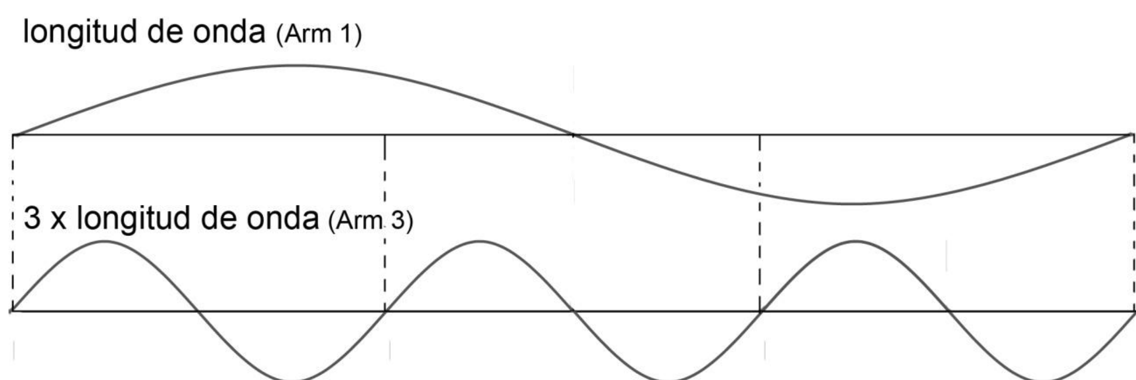
Por lo tanto la **f**recuencia del "armónico 2" es el doble con respecto a la **f**recuencia del "armónico1."

$$\mathbf{f_{(arm2)} = 2 \times f_{(arm1)}}$$

El **tercer armónico** tiene **cuatro nodos.** Dos en los extremos y otros dos dividiendo la longitud de la cuerda o tubo en tres partes iguales.



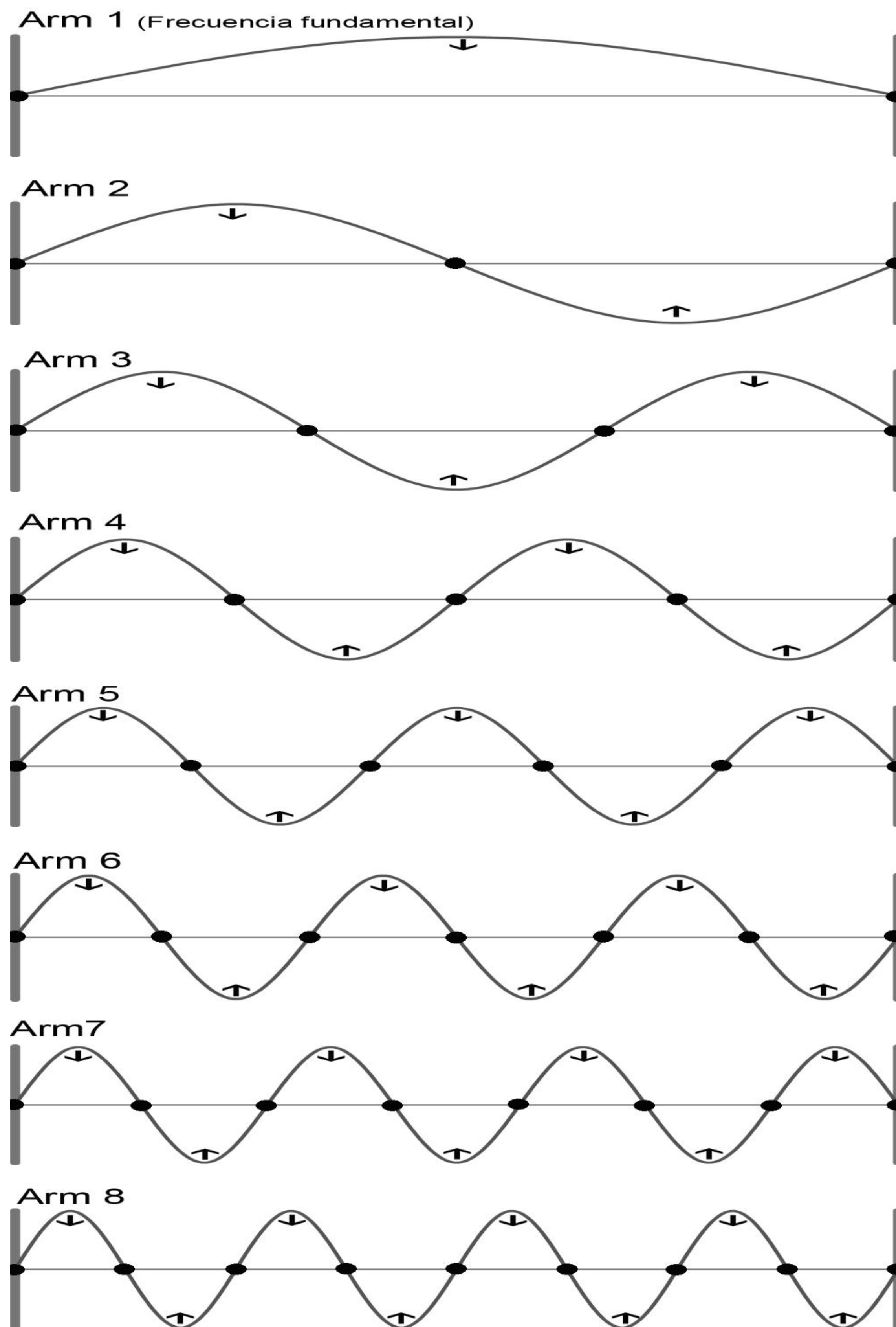
La longitud de onda del "armónico 3" es tres veces más pequeña que la longitud de onda del "armónico 1". En el tiemplo que emplea el "armónico 1" para completar su periodo el "armónico 3" completa tres periodos.



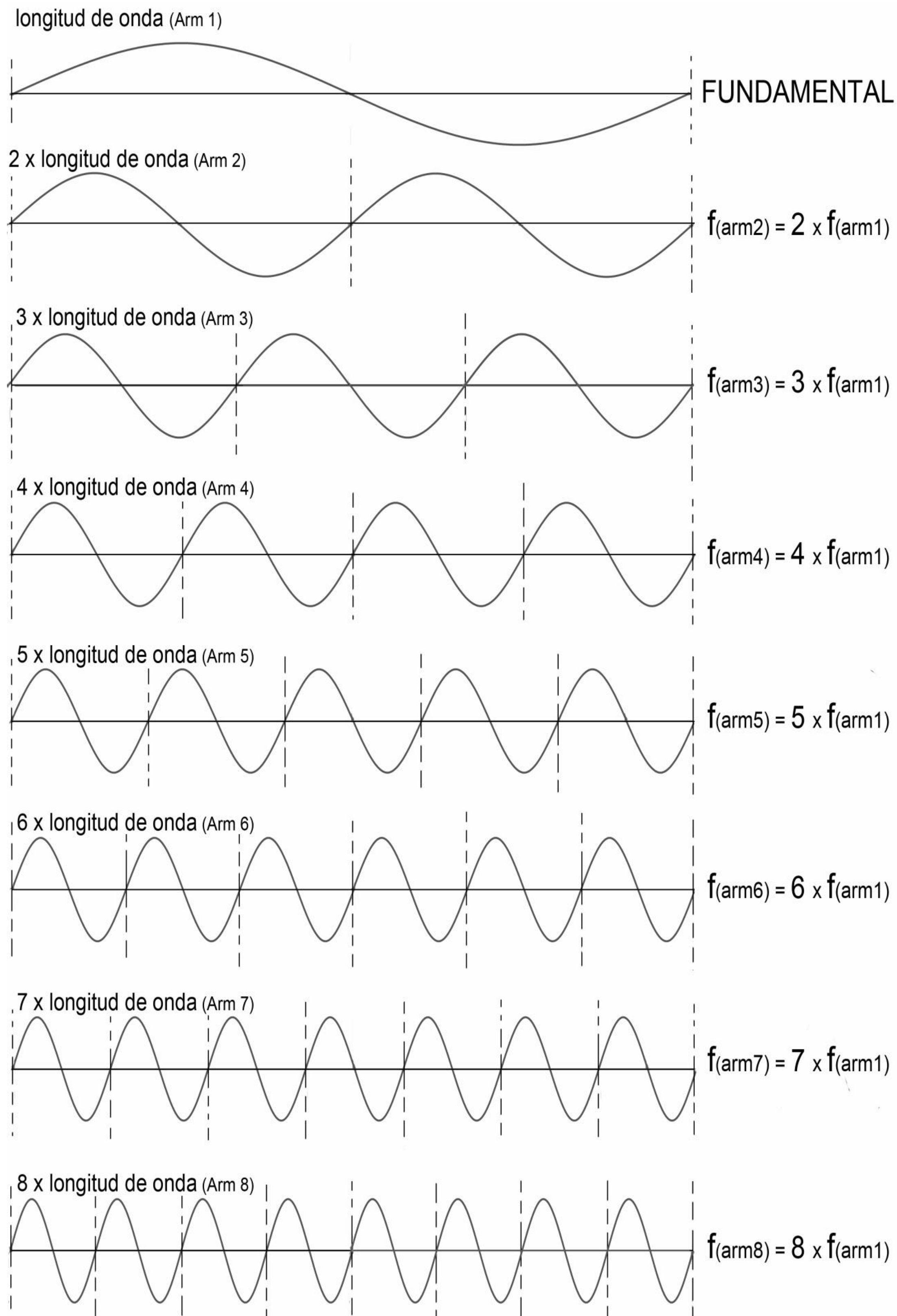
La frecuencia del "armónico 3" es tres veces más alta con respecto a la frecuencia fundamental.

$$\mathbf{f_{(arm3)} = 3 \times f_{(arm1)}}$$

Cada armónico que aparece en la serie tiene un nodo más que el anterior. Los nodos se reparten a lo largo de la cuerda o tubo dividiéndola en partes iguales.

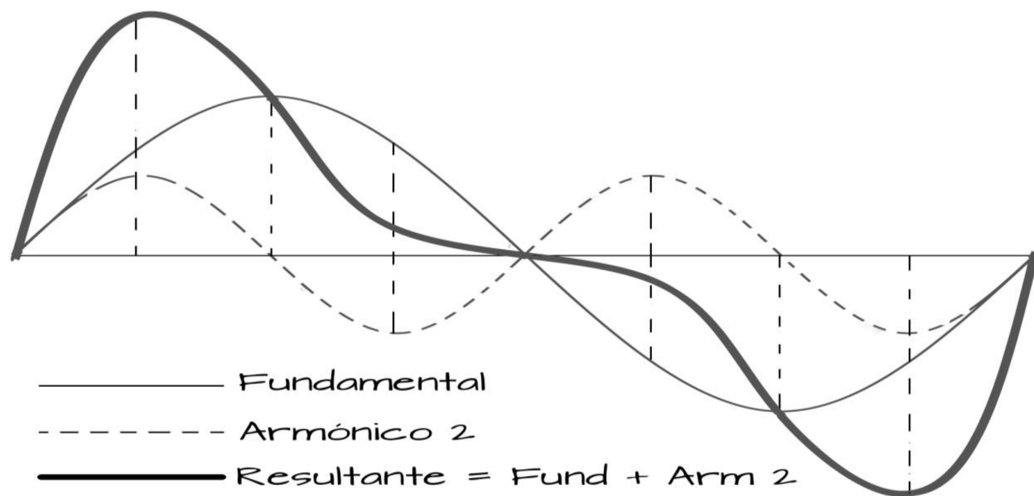


La longitud de onda de cada armónico es proporcionalmente más pequeña con respecto a la fundamental multiplicándose en consecuencia su frecuencia.



El **problema de la cuerda vibrante** suscita gran interés entre los físicos del s.XVIII y principios del XIX. El comportamiento sinusoidal de la frecuencia fundamental se ve alterada por las frecuencias proporcionales de la serie armónica. Aplicando las leyes mecánicas de Newton era necesario explicar cómo hace la cuerda para moverse de tantas maneras diferentes al mismo tiempo. Los cálculos y las demostraciones de Taylor, D'Alembert, Daniel Bernoulli, Euler, Fourier y Dirichlet terminan por constatar que la cuerda vibra acumulando una suma ponderada de armónicos conocida como **"Serie de Fourier"**. Los coeficientes de la

serie de Fourier varían en función de la intensidad con la que vibran los diferentes armónicos determinando el timbre del instrumento. La onda resultante es fruto de la interacción de fuerzas entre la fundamental y sus armónicos. En el siguiente gráfico ilustramos a modo de ejemplo el resultado de la combinación entre la frecuencia fundamental y el *"armónico 2"*.



Curiosamente la "Serie de Fourier" forma parte de publicaciones que realiza su autor sobre la transmisión del calor en sólidos y no sobre acústica. Fourier conocía los estudios previos de D'Alembert, Bernoulli y Euler sobre la cuestión de la cuerda vibrante y termina por encontrar la respuesta al comportamiento sinusoidal interferido de las ondas en su estudio termodinámico. Posteriormente Dirichlet refuerza la base y el fundamento matemático de la teoría con una mayor precisión. Las aplicaciones de la serie de Fourier son actualmente múltiples en cuestiones de acústica, óptica, ingeniería electrónica y telecomunicaciones para el procesamiento de señales, compresión y transmisión de datos, sistemas inalámbricos, también en estudios de física cuántica...

El desarrollo teórico y matemático del fenómeno de los armónicos naturales alcanza su pleno desarrollo con la física postnewtoniana de los siglos XVIII y XIX. Sin embargo es una realidad que se experimenta con facilidad, probablemente vivenciada por la humanidad desde tiempos inmemoriales.

Cualquier instrumentista de cuerda sabe que al pulsar una cuerda colocando con suavidad un dedo sobre ciertos puntos se obtienen diferentes armónicos. Estos puntos son los nodos de las ondas estacionarias contenidas en la cuerda. Al colocar un dedo sobre uno de los nodos se anulan todos los movimientos vibratorios de la cuerda excepto el correspondiente a la onda estacionaria que justo en ese punto no vibra.

También en los tubos conseguimos hacer sonar los diferentes armónicos que este contiene alterando la manera de soplar. Existen incluso "flautas de armónicos" con las que se puede hacer melodías con los armónicos naturales del tubo. Este tipo de flautas son propias de la música tradicional africana, aunque también se dan en el folclore escandinavo.

En los instrumentos de viento metal (como por ejemplo la trompeta) se obtienen las notas de la triada manteniendo una misma digitación. Esto también se explica por el fenómeno de los armónicos naturales.

Existe además una técnica vocal llamada "canto difónico" que permite a un solo cantante realizar dos melodías simultaneas. Cantando una nota grave y proyectando sobre los diferentes resonadores fonadores el vocalista consigue hacer una melodía paralela con los armónicos naturales de su propia voz. Este tipo de canto es propio del folclore mongol.

1.3- INTERVALOS MUSICALES BÁSICOS DE LA SERIE ARMÓNICA. OCTAVA Y QUINTA.

Las proporciones de la serie armónica son de gran importancia en estudio de la armonía musical. Suponen el punto de partida en el desarrollo teórico de cualquier modelo. El origen de las escalas y los conceptos de consonancia y disonancia a lo largo de la historia se rigen tomando como referencia los primeros intervalos que aparecen en la serie.

INTERVALO DE OCTAVA

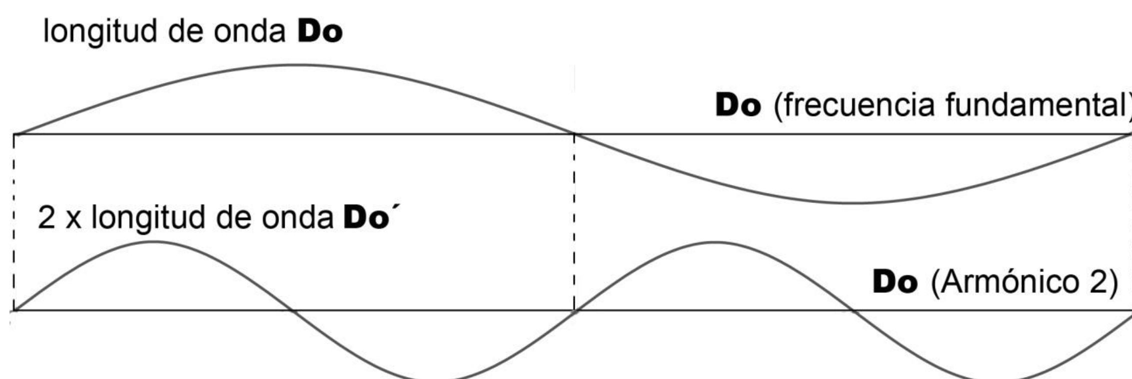
Desde ***Do*** hasta el siguiente ***Do*** contamos ocho notas en la escala diatónica. Por eso decimos que existe un intervalo de octava entre ellas. Como ya vimos en el capítulo *"1.1- Propiedades del sonido"* la relación entre la **f**recuencia de una nota y la de su octava es del doble.

$$\mathbf{f}_{(do)} \times 2 = \mathbf{f}_{(do')}$$

1	2	3	4	5	6	7	8
DO	RE	MI	FA	SOL	LA	SI	DO´
130,80 Hz							261,60 Hz

La nota ***Do*** vibra 130,80 veces en un segundo, mientras que su octava ***Do´*** lo hace 261.60 veces, justo el doble. Nuestro oído reconoce una similitud entre estas dos frecuencias, lo que provoca que la identifiquemos como una misma nota.

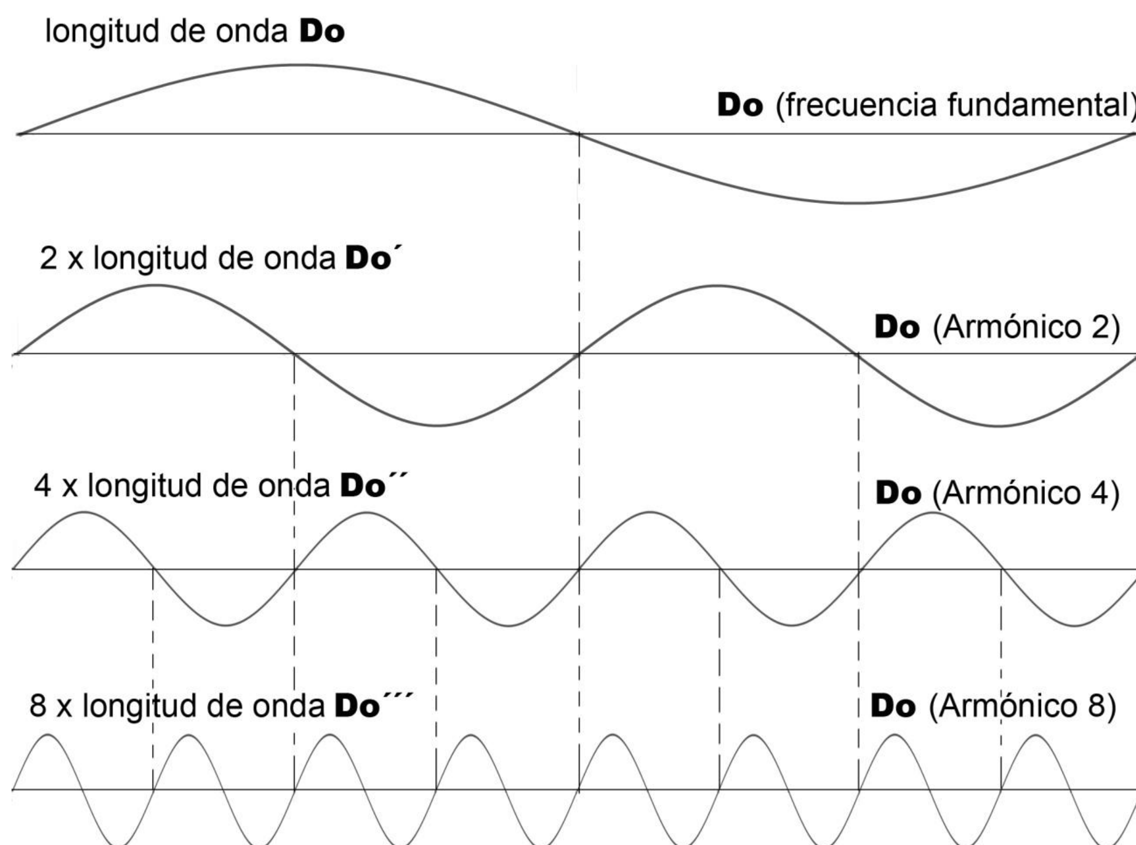
La longitud de onda de ***Do´*** es la mitad con respecto a la de ***Do***, así pues ***Do´*** se corresponde con el segundo armónico de ***Do***.



Las sucesivas octavas de una nota se obtienen multiplicando por dos el valor de cada frecuencia en la serie. El crecimiento entre octavas es en consecuencia exponencial.

DO	x2	DO´	x2	DO´´	x2	DO´´´
130, 80 Hz		261,62 Hz		523,25 Hz		1046,50 Hz

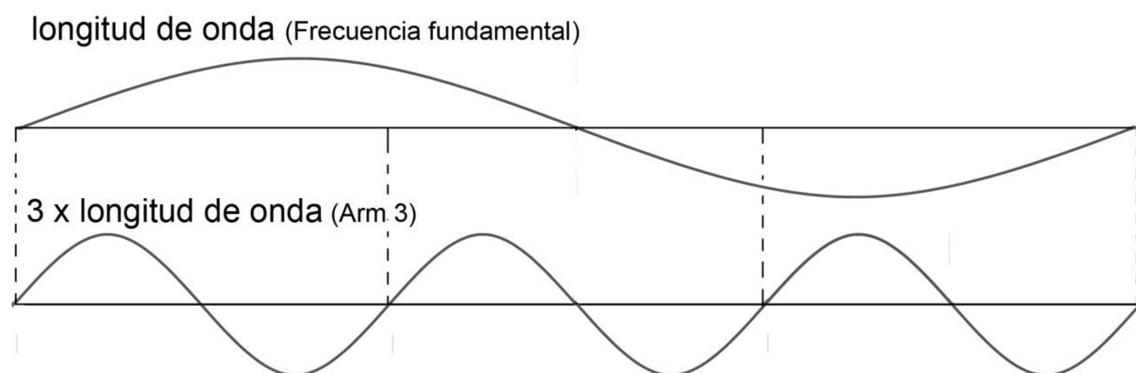
Todas **las octavas superiores de una nota** están contenidas en su serie armónica. Se corresponden con los armónicos 2,4,8,16,32, etc... Dos veces dos es cuatro, dos veces cuatro es ocho, dos veces ocho es dieciseis...



INTERVALO DE QUINTA

Desde ***Do*** hasta ***Sol*** contamos cinco notas en la escala diatónica, por eso decimos que existe un intervalo de quintas entre ellas. El intervalo de quinta se considera el segundo con mayor **consonancia** por detrás del intervalo de octava. Su frecuencia tiene relación directa con el **tercer armónico** de la serie, por esa razón cuando ambas notas suenan al mismo tiempo el resultado es poderoso y proporcionado.

La longitud de onda del tercer armónico es tres veces más pequeña que la de la frecuencia fundamental, por lo tanto su frecuencia es el triple. [1]



[1] Longitud de onda y frecuencia son magnitudes inversamente proporcionales

Al multiplicar por tres la frecuencia de ***Do*** obtenemos la **f**recuencia correspondiente a ***Sol*** en el registro de la segunda octava.

f (do) x 3 = f (sol´)

Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do´	Re´	Mi´	Fa´	**Sol´**
130,80 Hz											392,40 Hz

Para saber el valor de ***Sol*** en su octava grave simplemente dividimos entre dos la **f**recuencia de ***Sol'*** .

f (sol´) : 2 = f (sol)

1	2	3	4	**5**
Do	Re	Mi	Fa	**Sol**
130,80 Hz				196,20 Hz

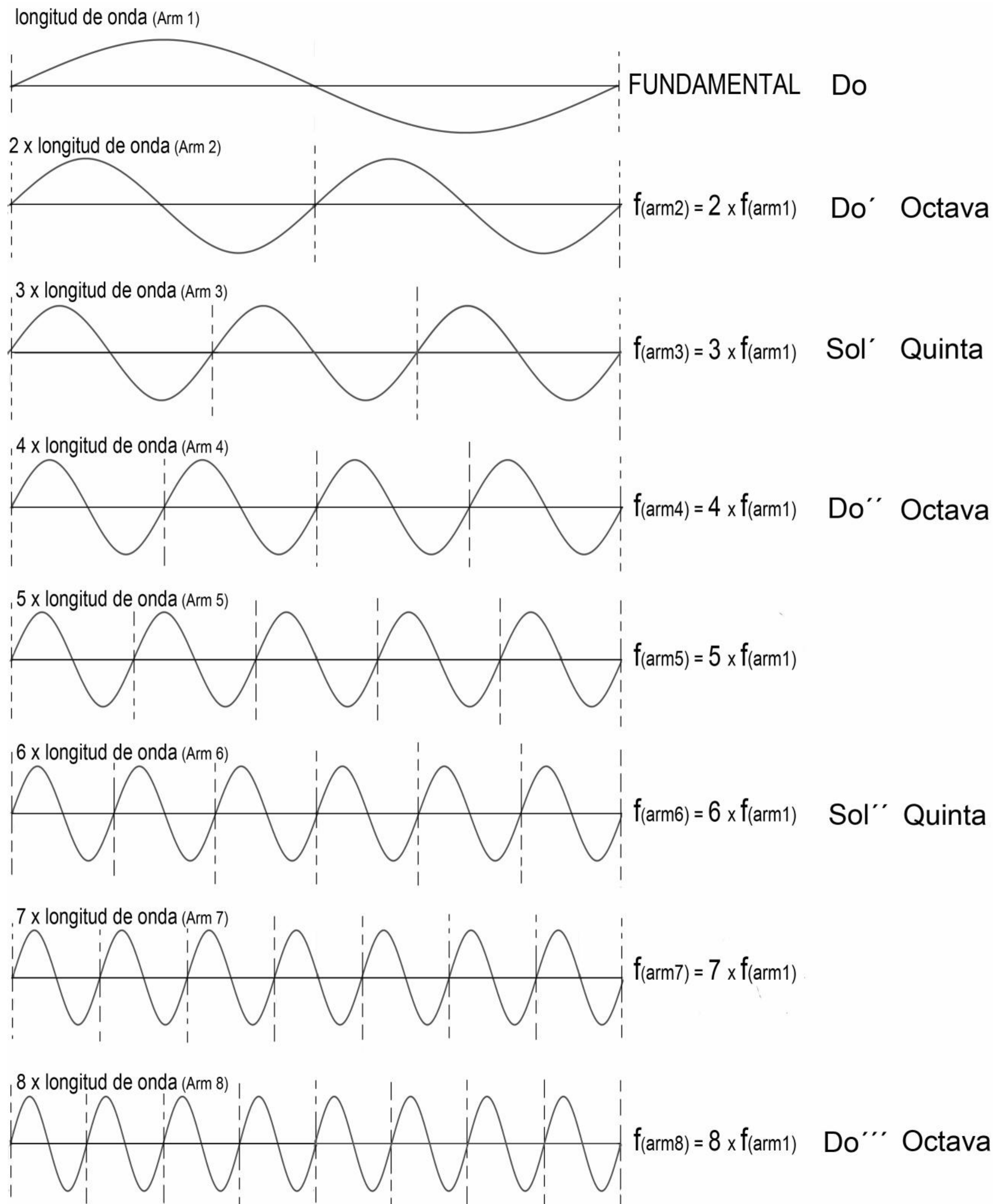
La relación entre la frecuencia de una nota y su intervalo de quinta es por lo tato de tres medios.

f (do) x 3/2 = f (sol)

Las sucesivas octavas superiores de ***Sol´*** también forman parte de la serie armónica de ***Do***. Se corresponden con los armónicos 6,12,24,etc.. Dos veces tres es seis, dos veces seis es doce, dos veces doce es veinticuatro..

Sol´		**Sol´´**		**Sol´´´**		**Sol´´´´**
392,40 Hz	x2	784,80 Hz	x2	1569,60 Hz	x2	3139,20 Hz
Do (Arm 3)		Do (Arm 6)		Do (Arm 12)		Do (Arm 24)

En los primeros ocho sonidos de la serie armónica los intervalos de octava y quinta se disponen de la siguiente manera:

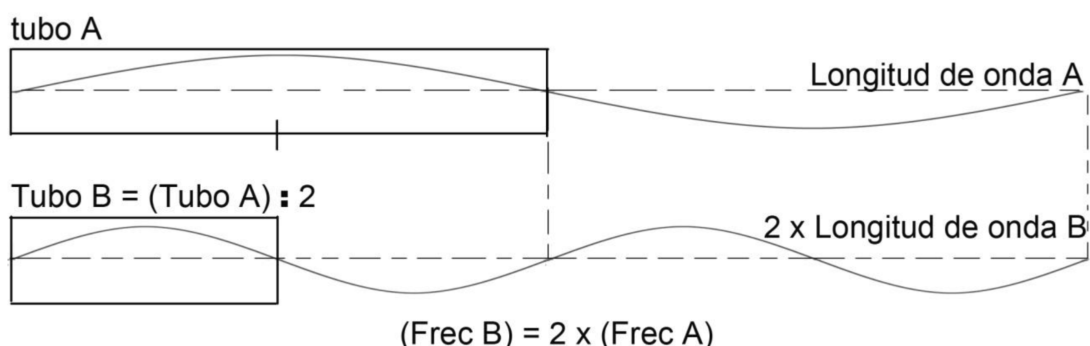


Los armónicos cinco y siete se relacionan con los intervalos de tercera mayor y séptima menor como tendremos ocasión de estudiar más adelante. A partir de la proporción del intervalo de quinta obtenemos las notas de la escala pentatónica y de la escala diatónica.

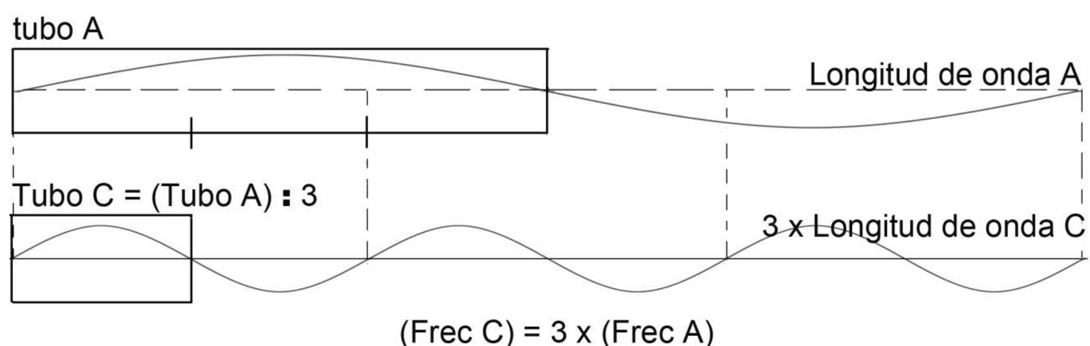
1.4- ORIGEN DE LAS ESCALAS PENTATÓNICA Y DIATÓNICA. LA AFINACIÓN PITAGÓRICA.

Según una antigua leyenda China, el emperador *"Huang-Ti"* encarga al filósofo *"Ling-Lu"* el cometido de estudiar la relación existente entre la música y las leyes que rigen el universo. Soplando en tubos de bambú de diferentes medidas *"Ling-Lu"* observa la proporcionalidad de los sonidos resultantes cuando los tubos son cortados siguiendo ciertas proporciones. [1]

Cuando un tubo es cortado por la mitad su longitud de onda también se recorta. La frecuencia se duplica y en consecuencia obtenemos la misma nota una **octava** por encima. [2]



Al cortar otro tubo a un tercio del tamaño original se triplica la **frec**uencia fundamental obteniendo así la **frec**uencia correspondiente al **tercer armónico** del primer tubo.



[1] El reinado mitológico de "Huang-Ti" (El Emperador Amarillo) según la tradición oral se situaría desde el 2698 hasta el 2598 a.C. durante un periodo de 100 años. Se cree que la figura de "Huang-Ti" podría haber sido reinterpretada durante la dinastía Zhou (s.XI-III a.C.) siendo en origen un antiguo dios de la guerra nacido de una mujer y un rayo. Se enmarcan las primeras dinastías dentro del ámbito mitológico, por lo que no queda demostrada la existencia real de estos personajes.

[2] El gráfico es una simplificación del fenómeno, algo más complejo en tubos que en cuerdas. (Consultar leyes de Bernoulli). Lógicamente en la antigua China no pensarían en términos de frecuencia. Añadimos la explicación física a la leyenda ya que supone un buen ejemplo para entender cómo funciona la relación entre longitud y frecuencia en una cuerda vibrante. En cualquier caso, el fenómeno de los armónicos naturales es posible experimentarlo soplando en un tubo, no es descabellado pensar que se estableciera la consonancia de estos intervalos con conocimiento experimental de la serie armónica.

Como ya sabemos, el tercer armónico se corresponde con el **intervalo de quinta** en el registro de la segunda octava. Si por ejemplo el *"tubo A"* estuviera afinado en la nota ***Do***, el *"tubo C"* se correspondería con la nota ***Sol´***.

f (do) x 3 = f (sol´)

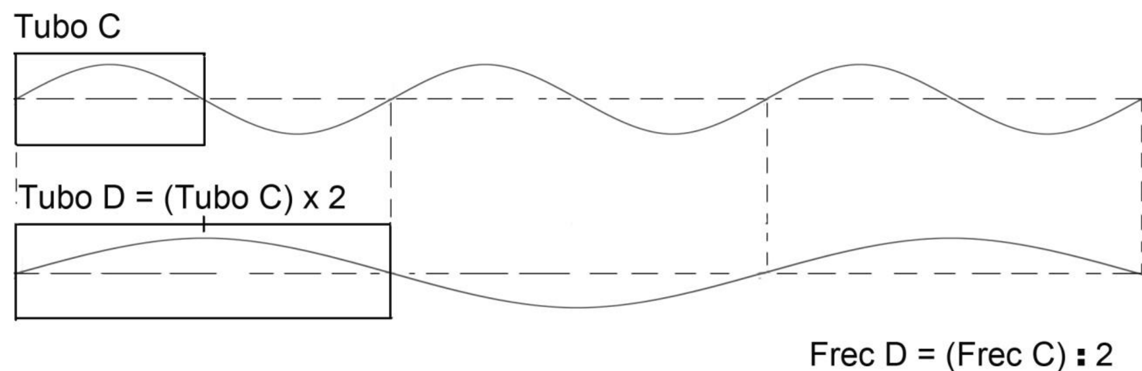
Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do´	Re´	Mi´	Fa´	**Sol´**
130,80 Hz											392,40 Hz
Tubo A											Tubo C

Para bajar una octava la nota ***Sol´*** dividimos entre dos su **f**recuencia.

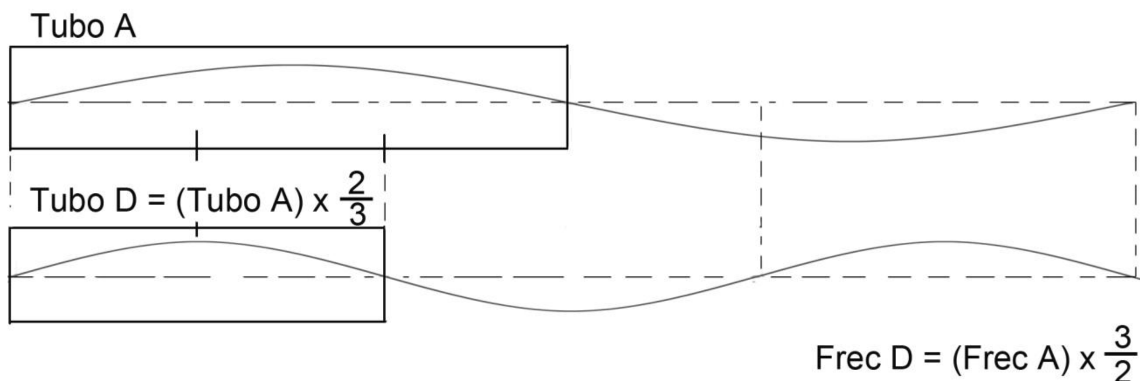
f (sol´) : 2 = f (sol)

1	2	3	4	**5**
Do	Re	Mi	Fa	**Sol**
130,80 Hz				196,20 Hz
Tubo A				Tubo D

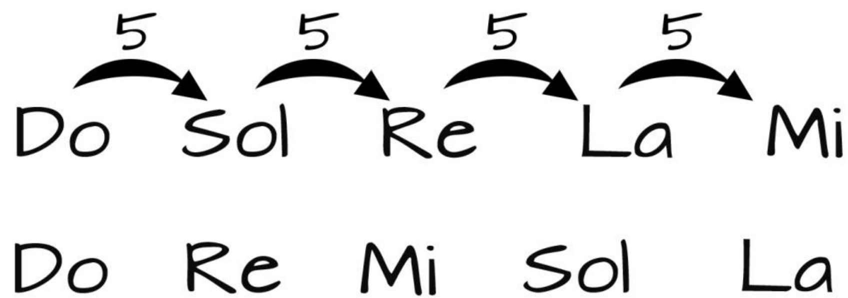
Para ello es necesario multiplicar por dos la longitud del *"tubo C"*.



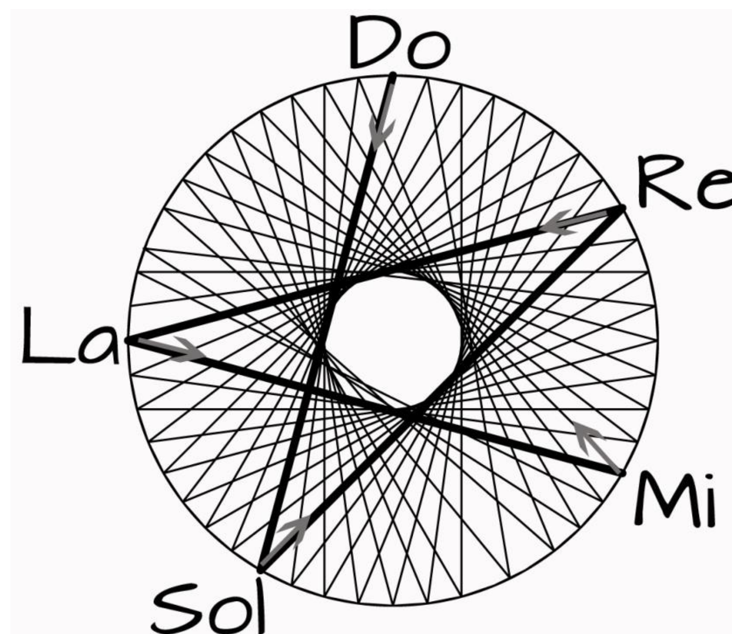
Por lo tanto, para obtener un tubo que emita el **intervalo de quinta** con respecto al *"tubo A"* es necesario cortarlo a **dos tercios** de su tamaño. De ese modo, la **frec**uencia del *"tubo A"* se multiplica por **tres medios**.



Según la leyenda, *"Ling-Lu"* desarrolla la escala pentatónica a partir de los intervalos de quinta de cada nueva nota que obtiene al dividir en tercios los tubos. Al ordenar en sentido ascendente estas cinco notas tenemos la **escala pentatónica mayor.**



Los cinco primeros sonidos de la **espiral de quintas naturales** corresponden a la escala pentatónica, pero en realidad al no existir coincidencia matemática entre la serie de quintas y la de octavas, con la espiral de quintas naturales se obtiene un número infinito de notas. Es un círculo que nunca llega a cerrarse.



La escala pentatónica aparece de manera independiente en la música popular de los continentes euroasiático, africano y americano. Es prácticamente imposible establecer su origen como fenómeno único en un lugar y tiempo determinado. Al ser tan escasa la documentación sobre los modelos musicales en las culturas de la antigüedad y la prehistoria es muy complejo llegar a conclusiones definitivas al respecto.

En occidente se establecen los textos de los filósofos pitagóricos como punto de partida de la teoría musical, sin embargo es fundamental tener en cuenta la fuerte influencia que Egipto y Mesopotamia ejercen en el nacimiento y la identidad de la cultura griega. Hay constancia de un notable desarrollo en los instrumentos musicales de Mesopotamia, Egipto y la India en torno al segundo y tercer milenio antes de Cristo. Laudes de tres cuerdas y arpas con más de diez demuestran que ya había conocimiento acerca de la relación entre longitud, tensión y altura de los sonidos. Flautas y chirimías dobles suponen además un indicio del uso polifónico de estos instrumentos.

El **mito de los martillos** de Pitágoras relatado por Nicómano en el siglo II d.C. cuenta cómo Pitágoras (s. VI a.C.) al pasar por una herrería escucha los sonidos producidos por diferentes

martillos al golpear sobre un yunque apreciando consonancias y disonancias entre las notas producidas. Según Nicómano el peso de los martillos se correspondía con las proporciones de los intervalos de octava, cuarta y quinta. Sin embargo, las proporciones son válidas en lo que respecta a la longitud de una cuerda o tubo, pero no se puede aplicar al peso de los idiófonos. Hay que tener en cuenta los ocho siglos que separan las vidas de Pitágoras y Nicómano. [3]

No se conocen documentos escritos por el propio Pitágoras, todo cuanto sabemos sobre él se lo debemos a los textos de sus discípulos en torno a 150 y 200 años después de su muerte basadas en historias transmitidas oralmente. No se puede constatar con certeza dónde terminan los estudios y las aportaciones del maestro y cuáles son obras de sus seguidores. La figura de Pitágoras está impregnada de misticismo religioso, podríamos decir incluso que se trataba de una divinidad en la antigua Grecia.

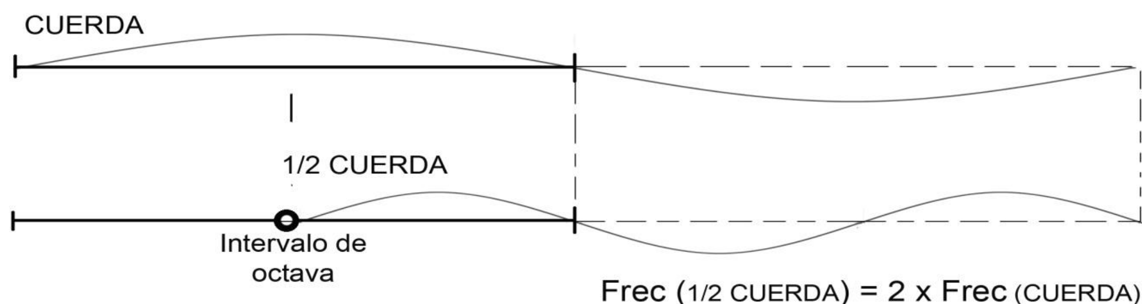
Según la biografía escrita por Jámblico (s. III a. C.), la figura de Tales de Mileto habría ejercido una fuerte influencia sobre la personalidad y los conocimientos de Pitágoras. Impulsado por su maestro se desplaza a Egipto para mejorar su formación astronómica y matemática. En sus viajes podría haber alcanzado también Babilonia, la península Arábiga e incluso la India.

Pitágoras se instala a su regreso en Crotona (al sur de Italia). Establece allí su propia escuela. Con el paso de los siglos se mitifica su figura y es difícil saber dónde termina la realidad y comienza la leyenda.

Los miembros de la escuela pitagórica se autodenominaban "Mathematikoe" y sostenían la idea de que la realidad es en esencia de naturaleza matemática. Sus integrantes eran matemáticos, filósofos y músicos con una concepción del universo basada en los números. Tenían la convicción de que las proporciones musicales explicaban el movimiento de los astros.

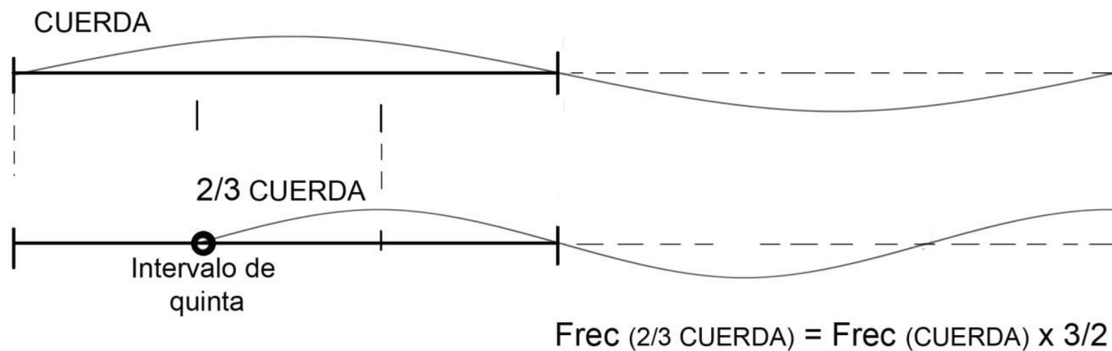
Se atribuye al propio Pitágoras el posicionamiento de los intervalos de **octava, quinta** y **cuarta** en el **monocordio** (instrumento musical con una sola cuerda). Las proporciones que vimos en los ejemplos anteriores practicadas en la leyenda de "Ling Lu" en diferentes tubos de bambú son también válidas para las posiciones en una cuerda. Al pulsar presionando con un dedo sobre cualquier punto cambiamos su longitud y en consecuencia la longitud de onda y la frecuencia.

Digitando en el medio de la cuerda duplicamos la frecuencia y obtenemos el **intervalo de octava.**



[3] Lo cierto es que en este tipo de sonidos metálicos (al igual que sucede con las campanas), resulta relativamente fácil apreciar auditivamente los armónicos naturales. Esto es una reflexión personal, pero.. ¿pudiera ser que Pitágoras apreciara la consonancia de los armónicos naturales al escuchar los golpes en la herrería..?

Digitando a **dos tercios** de la cuerda obtenemos el **intervalo de quinta**.



Para calcular la proporción correspondiente **al intervalo de cuarta** tomamos como referencia el valor de la quinta, ya que existe relacción directa entre estos dos intervalos. [4]

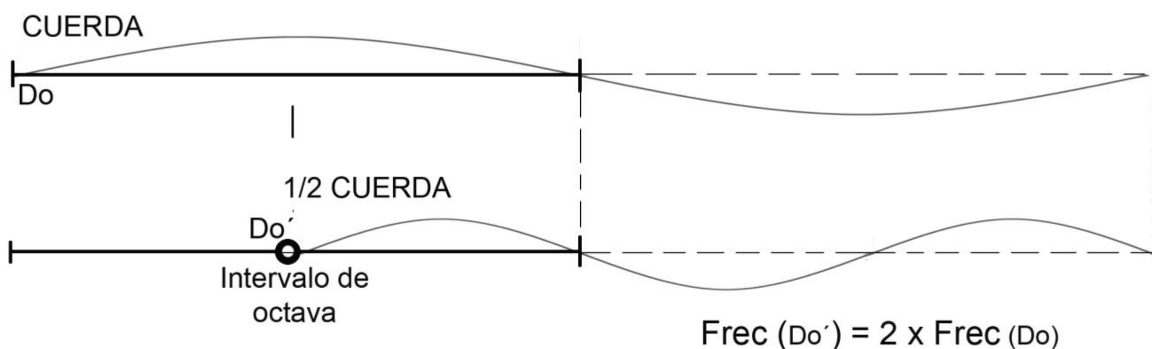
En la escala diatónica desde ***Do*** hasta ***Fa*** contamos cuatro notas, por eso decimos que ***Fa*** es intervalo de cuarta con respecto a **Do**. Pero si contamos desde la nota ***Fa*** hasta ***Do´*** en sentido ascendente hay cinco notas, por esa razón ***Do´*** es intervalo de quinta con respecto a ***Fa***.

Por lo tanto la frecuencia de ***Do´´*** se corresponde con el tercer armónico de ***Fa***. Dividiendo entre tres la **f**recuencia de ***Do´´*** obtenemos el valor de ***Fa***.

f (do´´) : 3 = f (fa)

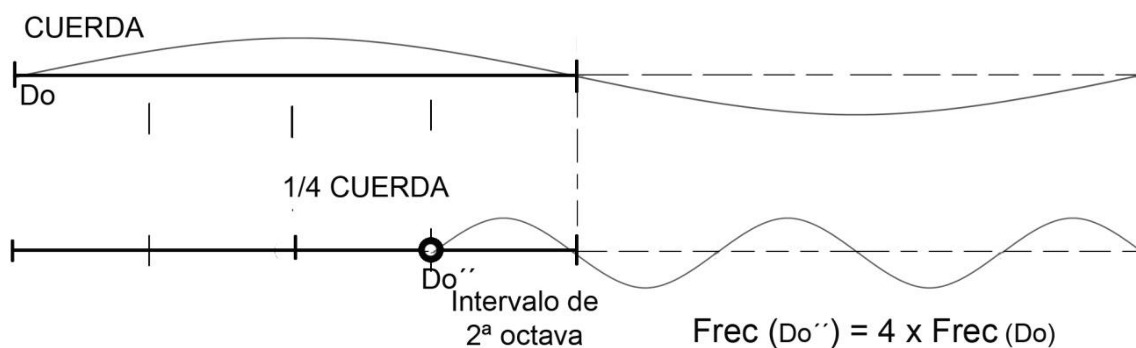
Fa	Sol	La	Si	Do´	Re´	Mi´	Fa´	Sol´	La´	Si´	**Do´´**
261,60 Hz				392,40 Hz							784,80 Hz

Si tenemos una cuerda afinada en **Do** digitando en la mitad de la cuerda obtenemos **Do´** , su intervalo de octava como ya vimos anteriormente.

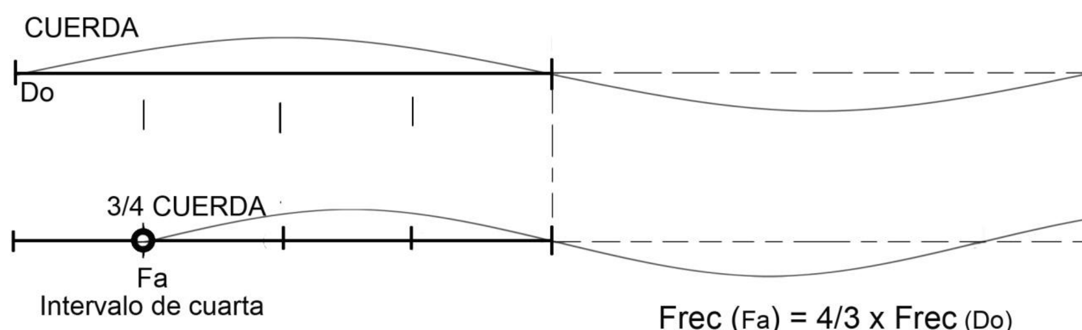


[4] La quinta y la cuarta son intervalos complementarios. En la segunda parte de este estudio se explica con más detalle su relación.

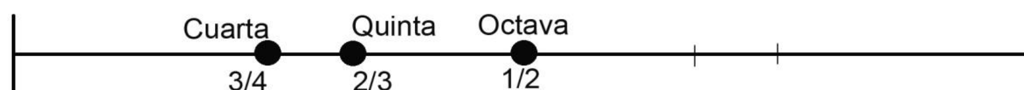
La mitad de 1/2 es 1/4, por eso digitando a un cuarto de la cuerda obtenemos la segunda octava, es decir ***Do´´***.



Para obtener la posición de ***Fa*** tenemos que dividir entre tres la frecuencia de ***Do´´*** multiplicando por tres en la cuerda su longitud. La posición del **intervalo de cuarta** en la cuerda es en consecuencia **tres cuartos**.

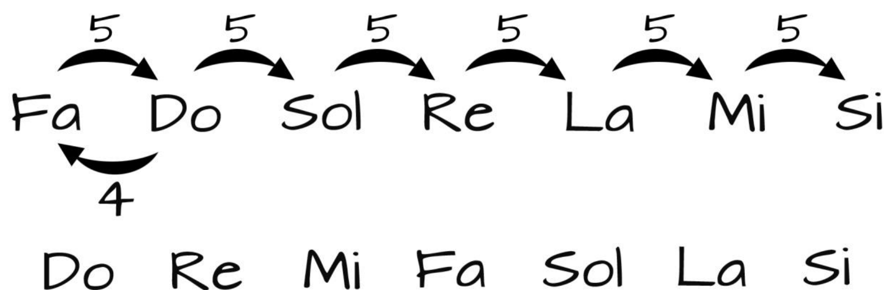


Así pues, los intervalos de octava, cuarta y quinta se ubican en los siguientes puntos de la cuerda:



A partir de estas proporciones, del mismo modo que "Ling Lu" en la leyenda china, los matemáticos pitagóricos obtienen las notas de la escala siguiendo la espiral de quintas naturales. Por lo que se denomina "**afinación pitagórica**" a esta manera de afinar.

Las siete primeras notas de la espiral de quintas naturales dan lugar a la **escala diatónica.**



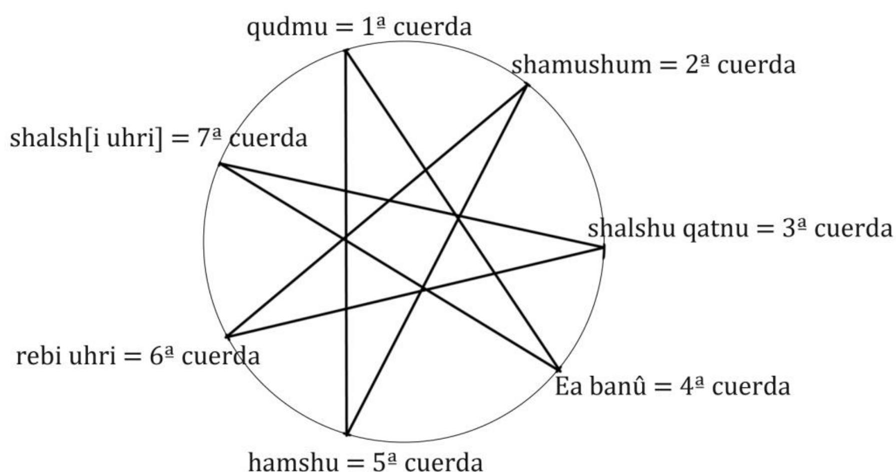
La fuerte influencia que ejercen los textos griegos en la Europa cristiana durante la Edad Media afianzan la idea en occidente de que son los músicos pitagóricos los fundadores de los principios básicos de la armonía musical. Pero las escalas y modos derivados del modelo diatónico aparecen también en la música persa e hindú y en las últimas décadas se han encontrado documentos que prueban que ya se conocían con anterioridad también en Egipto y Mesopotamia.

El descubrimiento del documento UET7,74 en los años sesenta genera en su tiempo gran controversia. Sin embargo hoy en día es considerado como prueba documental del diatonismo en Mesopotamia 1500 años antes de Pitágoras.

Esta tablilla cuneiforme del segundo milenio antes de Cristo encontrada en la ciudad de Ur contiene información muy relevante para comprender el sistema tonal mesopotámico. Detalla el modo en el que un arpa de nueve cuerdas puede ser afinada en siete escalas diatónicas distintas basándose en un círculo de quintas/cuartas. La octava y novena cuerdas quedan afinadas a una octava de distancia con respecto a la primera y segunda cuerda.

La terminología empleada en esta tabla matemática aparece también en textos de Babilonia, Asiria o la ciudad de Ugarit, lo que prueba la existencia de un sistema teórico-musical consolidado en todo Oriente Medio desde principios del segundo milenio a.C.

Este mismo sistema de afinación es descrito en otra tablilla del primer milenio a.C con una estrella de siete puntas que representa el círculo de quintas/cuartas.



Entre las diferentes conclusiones extraídas en el estudio de estos y otros documentos encontrados en Oriente Medio es deducible que el uso y manejo de semitonos y de otros sistemas heptatónicos fueran también empleados en la música mesopotámica. [5]

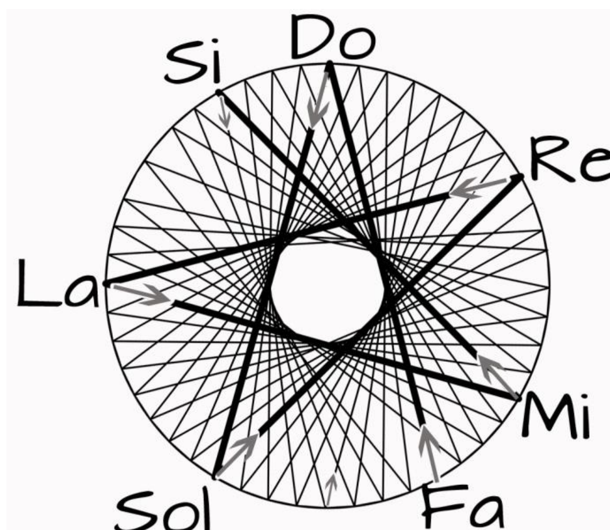
[5] Músicas en la Antigüedad (Fundación la Caixa)

1.5 EL TEMPERAMENTO IGUAL DE DOCE SONIDOS

La **afinación pitagórica** supone el punto de partida desde el cual se desarrollan los múltiples sistemas de afinación propios de la música occidental. Junto con los textos pitagóricos, Aristógenes y Ptolomeo son los teóricos musicales del mundo clásico que más influencia ejercerán con posterioridad en los modelos de la Europa cristiana medieval.

La evolución que tiene lugar a partir del Renacimiento y durante el Barroco da lugar a nuevas teorías musicales y maneras de afinar. Destacan las aportaciones de Bartolomé Ramos de Pareja, Francisco de Salinas, y Gioseffo Zarlino entre otros. El uso de trastes en los instrumentos de cuerda y el teclado empleado en la construcción de órganos de iglesia y en los clavecines y clavicordios impulsan la necesidad de crear un **modelo con doce sonidos** válido para tocar en todas las tonalidades.

Como vimos en el capítulo anterior, al no existir coincidencia matemática entre la serie de quintas y la de octavas, la **espiral de quintas naturales** genera una serie infinita de notas.



Las siete primeras notas de la espiral dan lugar a la escala diatónica. Entre el duodécimo sonido y el primero de la serie se genera un intervalo de quinta desafinada conocido como "**quinta del lobo**" por el sonido estridente como el aullido de un lobo que provoca. Por esa razón, los primeros doce sonidos del modelo pitagórico no son validos para transportar a cualquier tonalidad sin la necesidad de realizar modificaciones en la afinación.

El **temperamento igual** surge con la idea de corregir este desajuste bajando ligeramente la afinación de las quintas para obtener un modelo circular. Las primeras aproximaciones se atribuyen en Europa a Ramos de Pareja a finales del s. XV o principios del XVI. También a Giacomo Gorzanis en la segunda mitad del XVI. Es común entre los laudistas del XVI la composición a partir de cada una de las doce notas de la escala cromática, aunque solía ser necesario hacer algunas modificaciones en la afinación. Esta práctica está presente en Vicenzo Galilei o en los laudistas Francesco Spinacino y John Wilson entre otros.

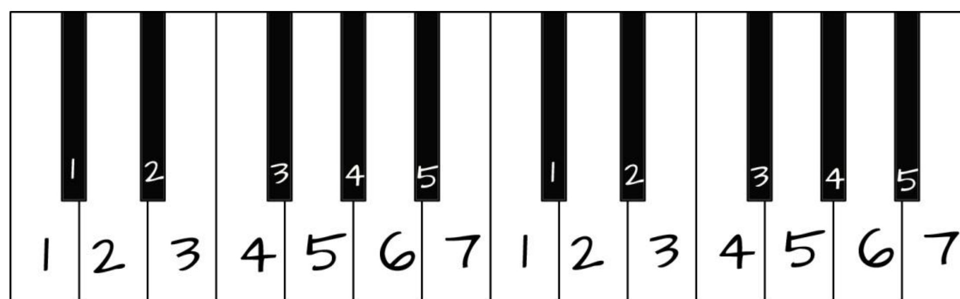
Sin embargo, esta preocupación no es exclusiva de la cultura occidental. Aparece también de manera paralela en China. De hecho, parece quedar demostrado que el sistema diseñado y publicado en 1584 por el músico y matemático Zhu Zaiyu es el más preciso de su tiempo anticipándose en más de un siglo al cálculo del físico flamenco Simon Stevin.

En la primera mitad del s. XVIII J.S.Bach compone “El clave bien temperado”. Esta obra consta de dos volúmenes, cada uno de ellos contiene 24 grupos de preludio y fuga en todas las tonalidades mayores y menores. Existe cierta polémica acerca del temperamento original utilizado por Bach, pues eran numerosos los temperamentos mesotónicos circulares empleados en la época. Bach no deja anotaciones claras acerca del temperamento empleado en esta ni en sus otras obras.

El temperamento igual se obtiene al dividir el intervalo de octava en **doce semitonos proporcionalmente iguales entre sí.** Este modelo permite reproducir secuencias de intervalos con idéntico resultado melódico tomando como punto de partida cualquiera de las doce notas.

A pesar de contar con numerosos detractores por las desventajas que presenta con respecto a otros sistemas de afinación, termina por imponerse en la música occidental a finales del s.XVIII y principios del XIX. Desde entonces los pianos y muchos otros instrumentos se suelen afinar empleando el temperamento igual.

Las **doce notas en el teclado** se distribuyen secuencialmente en siete teclas blancas y cinco negras a lo largo de las diferentes octavas del instrumento.

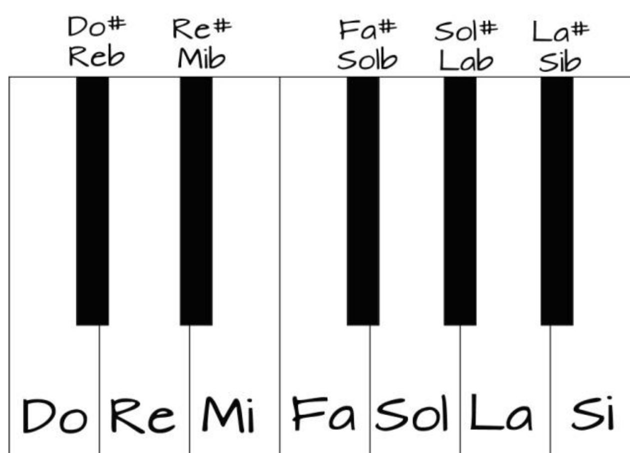


Las teclas blancas generan las **siete notas de la escala diatónica**:

1=Do, 2=Re, 3=Mi, 4=Fa, 5=Sol, 6=La, 7=Si.



Para denominar a las teclas negras del teclado se parte de una tecla blanca colindante. Si desde la tecla blanca subimos para llegar a la tecla negra utilizamos el término sostenido (#). Si desde la tecla blanca descendemos utilizamos el término bemol (b).



Cuándo utilizamos sostenido o bemol para nombrar una tecla negra depende de la función interválica que desempeña la nota en un determinado contexto armónico. Se utiliza el término "**SONIDOS ENARMÓNICOS**" para las notas con diferente nombre que referencian a un mismo sonido. En el sistema temperado los sonidos enarmónicos coinciden en la misma frecuencia, pero en otros sistemas de afinación pueden representar frecuencias diferentes muy próximas entre sí.

La nomenclatura anglosajona establece una letra del abecedario para cada nota de la escala diatónica . La letra **A** corresponde a la nota *"La"*, y avanzando por orden alfabético hasta la **G** ascendemos por la escala hasta alcanzar la nota *"Sol"*.

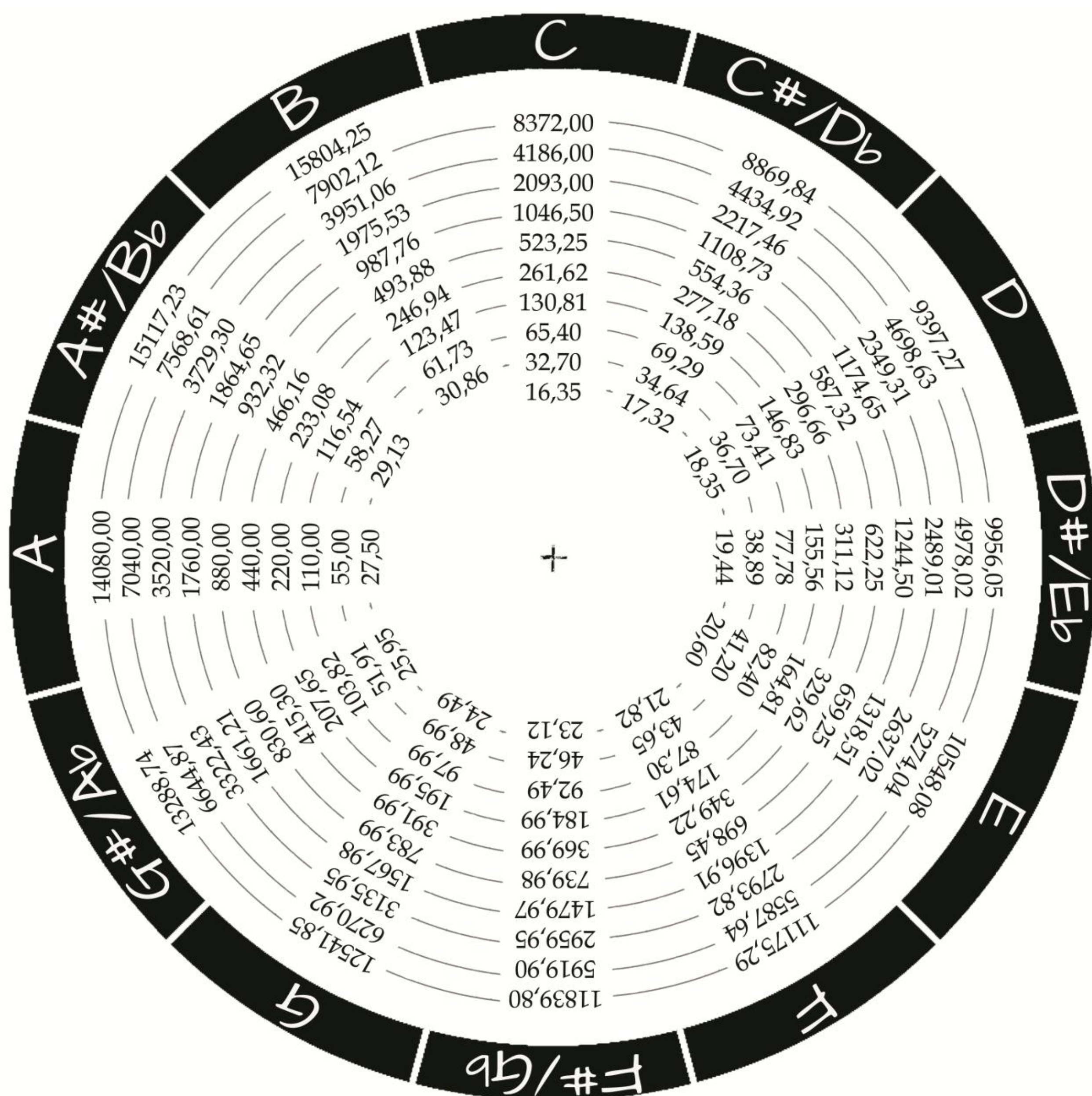
A=La **B**=Si **C**=Do **D=**Re **E**=Mi **F**=Fa **G**=Sol [1]

Para referirnos a las notas con sostenidos y bemoles escribimos primero la letra correspondiente a la nota y a continuación la alteración:

A# Bb C# Db D# Eb F# Gb G# Ab

Las teclas negras del piano son más pequeñas que las blancas, pero esto no implica una menor importancia. Las doce notas son proporcionalmente iguales entre sí y se repiten secuencialmente a lo largo de sus diferentes octavas en un círculo donde cualquiera de las notas puede ser elegida como punto de referencia con respecto a las demás. Las notas se ordenan por su altura. A medida que ascendemos cada nota suena más aguda que la anterior porque aumenta en número de Hertzios *(vibraciones por segundo)*.

[1] También conocido como cifrado inglés y americano (por ser el empleado en Estados Unidos como consecuencia de su raíz anglosajona.) En la Grecia alejandrina ya se cifraban las notas musicales con las letras del alfabeto. El monje benedictino Pablo el Diácono compone en el s. VIII el Himno a San Juan Bautista (popularizado posteriormente por Guido d´Arezzo) donde utiliza el nombre latino de las notas musicales en la sílaba inicial de cada verso a excepción de la primera ("Ut, re, mi, fa, sol, la, si"). Meninski en el s. XVII y Alexandre de Laborde en el XVIII sugieren en sus escritos el posible origen árabe de la nomenclatura musical en el solfeo europeo. Los escritos de Al-mamún y Al-mausili en el siglo IX utilizan un sistema de notación musical basado en las letras del alfabeto árabe denominado Durr-i-Mufassal (Perlas separadas). Las notas en este sistema son nombradas de la siguiente manera*: "min, fa, sad, lam, sin, dal, ra"*.



El gráfico representa las frecuencias en Hertzios de las doce notas a lo largo de sus sucesivas octavas. Se aprecia que en realidad nuestro modelo circular es más bien una espiral. Desde cualquier nota, girando en el sentido de las agujas del reloj, la frecuencia va aumentando progresivamente. Al cerrar el círculo completo, llegamos a la nota de origen y la frecuencia es justo el doble que cuando empezamos.

La relación matemática entre los Hertzios de una nota y los de la siguiente es siempre la misma. Surge al dividir el intervalo de octava en doce semitonos proporcionalmente iguales entre sí.

Multiplicando una frecuencia por la **raíz duodécima de dos** obtenemos el valor de un semitono temperado. Por ejemplo, al multiplicar los 16,35 Hz de **C** por la raíz duodécima de dos obtenemos el valor de **C#**, es decir 17,32 Hz.

$$\mathbf{C \times \sqrt[12]{2} = C\#}$$

Si repetimos la operación doce veces seguidas con cada resultado obtenido la última frecuencia será justo el doble con respecto a la frecuencia de la que partimos. La última frecuencia se corresponde con el intervalo de octava de la primera.

C x $\sqrt[12]{2}$ = C# **C# x $\sqrt[12]{2}$ = D** **D x $\sqrt[12]{2}$ = D#** **D# x $\sqrt[12]{2}$ = E**

E x $\sqrt[12]{2}$ = F **F x $\sqrt[12]{2}$ = F#** **F# x $\sqrt[12]{2}$ = G** **G x $\sqrt[12]{2}$ = G#**

G# x $\sqrt[12]{2}$ = A **A x $\sqrt[12]{2}$ = A#** **A# x $\sqrt[12]{2}$ = B** **B x $\sqrt[12]{2}$ = C´**



En la ecuación, el radicando dos representa la proporción del intervalo de octava *(ya que este se obtiene al multiplicar por dos la frecuencia original).* El índice de la raíz (12) representa el número de notas en los que se desea dividir el intervalo de octava.

El oído humano es capaz de percibir sonidos comprendidos aproximadamente entre los 20 Hz y los 20.000 Hz. Para numerar las diferentes octavas existen fundamentalmente dos modelos en la actualidad. Nosotros utilizaremos el **índice acústico científico** *(o internacional)* que establece la nota "La4" en 440 Hz como frecuencia de referencia [2] .

Las frecuencias correspondientes al modelo temperado se ordenan como indicamos en el cuadro que adjuntamos en la página siguiente. Incluimos también dos cuadros más con la tesitura de los diferentes instrumentos musicales y los cantantes.

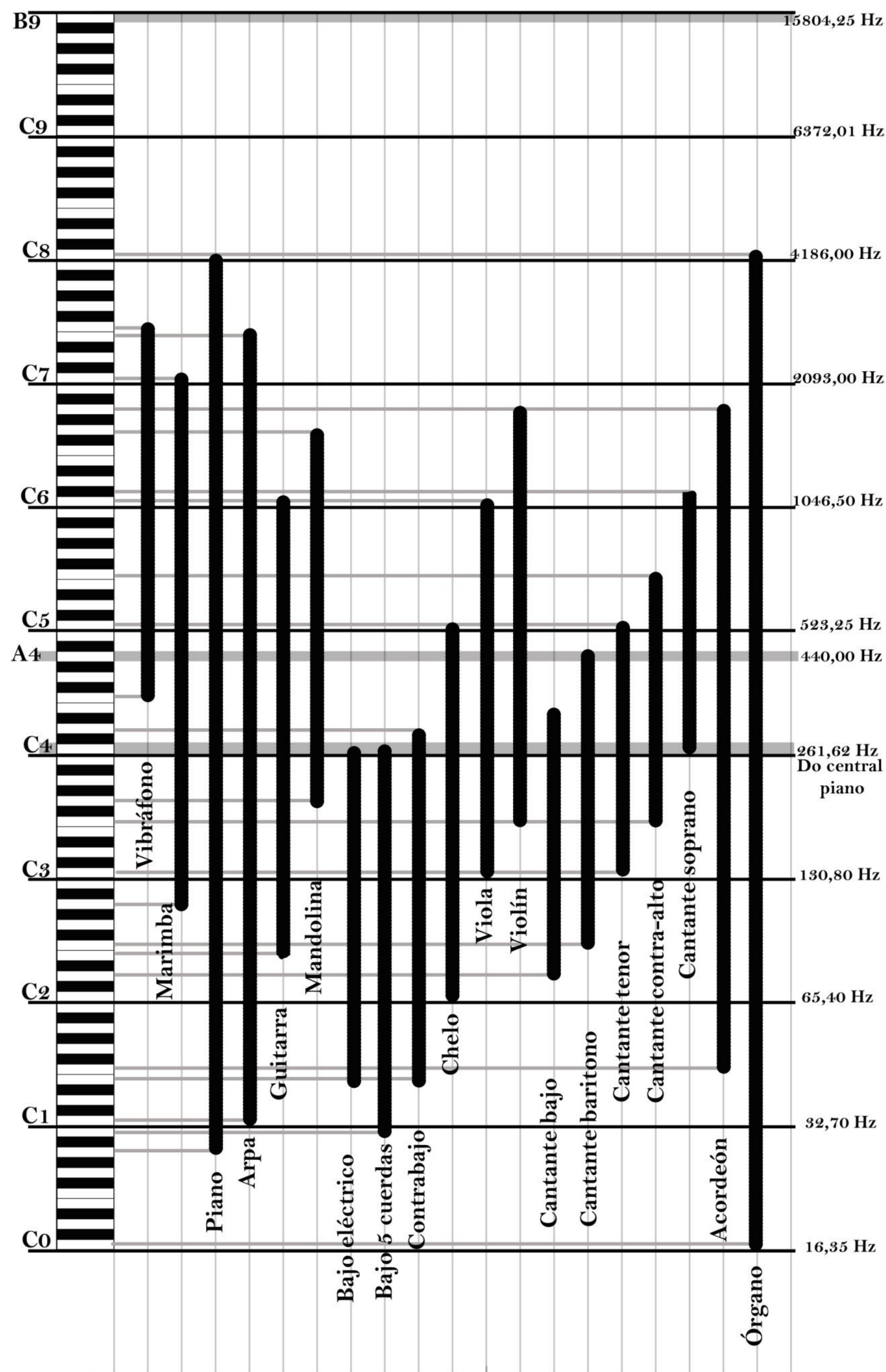
[2] En el índice de notación franco-belga, La3=440Hz. En los últimos siglos se han utilizado diferentes estándares de afinación, pero hasta el XVIII se utilizaban criterios con hasta tres tonos de diferencia. En el XIX y XX se tiende a subir la afinación para conseguir un sonido con más brillo ya que la tecnología permite a los cordófonos aguantar más tensión sin que revienten las cuerdas. Actualmente algunas orquestas afinan a 444 Hz. En conjuntos de música antigua afinar a 415 Hz es también frecuente.

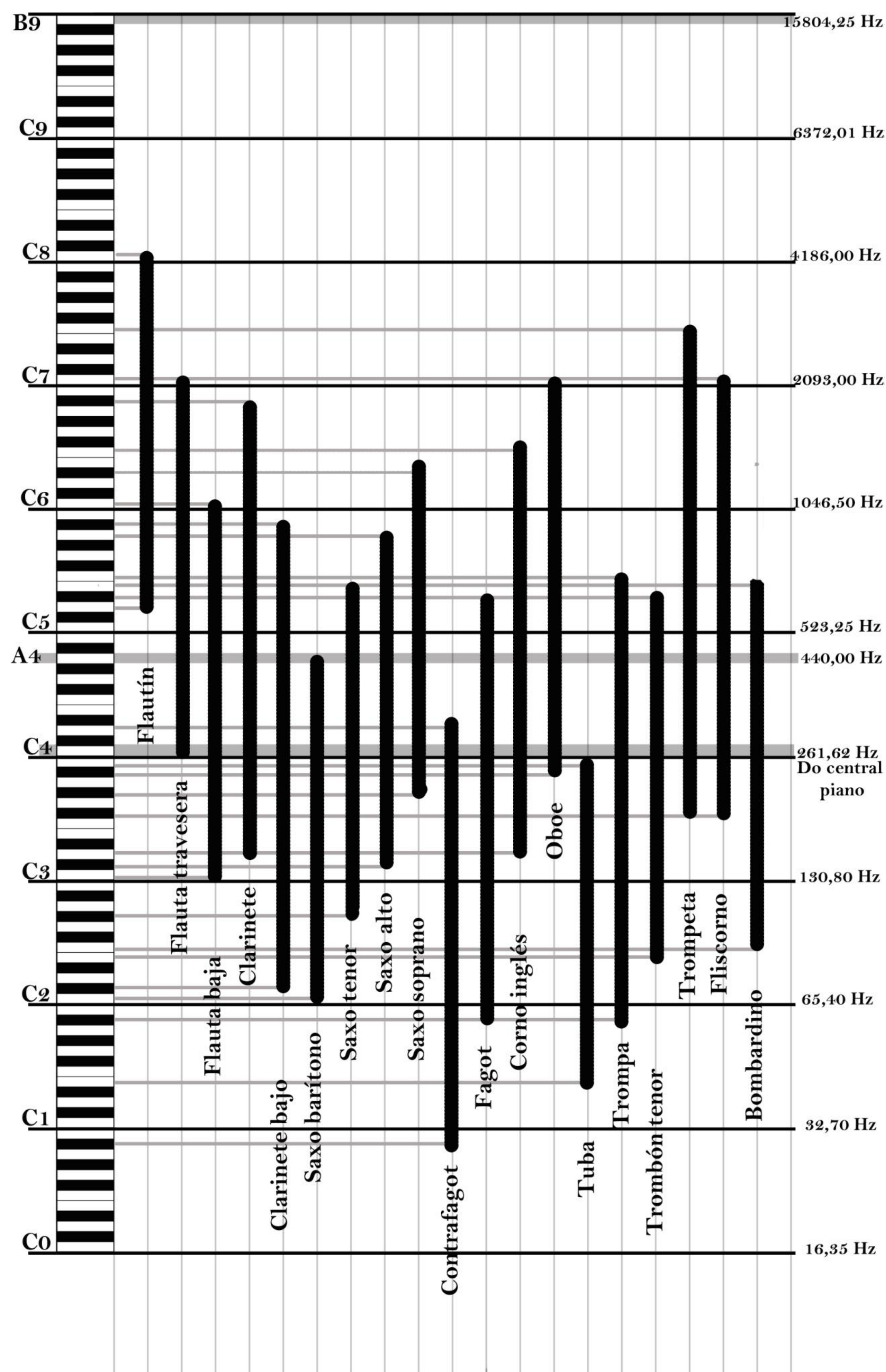
TABLA DE FRECUENCIAS DEL TEMPERAMENTO IGUAL [3]

Octava / Nota	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C	16,35	32,79	65,40	130,80	261,62	523,25	1046,50	2093,00	4186,00	8372,00
C#/Db	17,32	34,64	69,29	138,59	277,18	554,36	1108,73	2217,46	4434,92	8869,84
D	18,35	36,70	73,41	146,83	293,66	587,32	1174,65	2349,31	4698,63	9397,27
D#/Eb	19,44	38,89	77,78	155,56	311,12	622,25	1244,50	2489,01	4978,02	9956,05
E	20,60	41,20	82,40	164,81	329,62	659,25	1318,51	2637,02	5274,04	10548,08
F	21,82	43,65	87,30	174,61	349,22	698,45	1396,91	2793,82	5587,64	11175,29
F#/Gb	23,12	46,24	92,49	184,99	369,99	739,98	1479,97	2959,95	5919,90	11839,80
G	24,49	48,99	97,99	195,99	391,99	783,99	1567,98	3135,95	6270,92	12541,85
G#/Ab	25,95	51,91	103,82	207,65	415,30	830,60	1661,21	3322,43	6644,87	13288,74
A	27,50	55,00	110,00	220,00	440,00	880,00	1760,00	3520,00	7040,00	14080,00
A#/Bb	29,13	58,27	116,54	233,08	466,16	932,32	1864,65	3729,30	7568,61	15117,23
B	30,86	61,73	123,47	246,94	493,88	987,76	1975,53	3951,06	7902,12	15804,25

[3] A_4= 440 Hz

TESITURA DE LOS INSTRUMENTOS MUSICALES



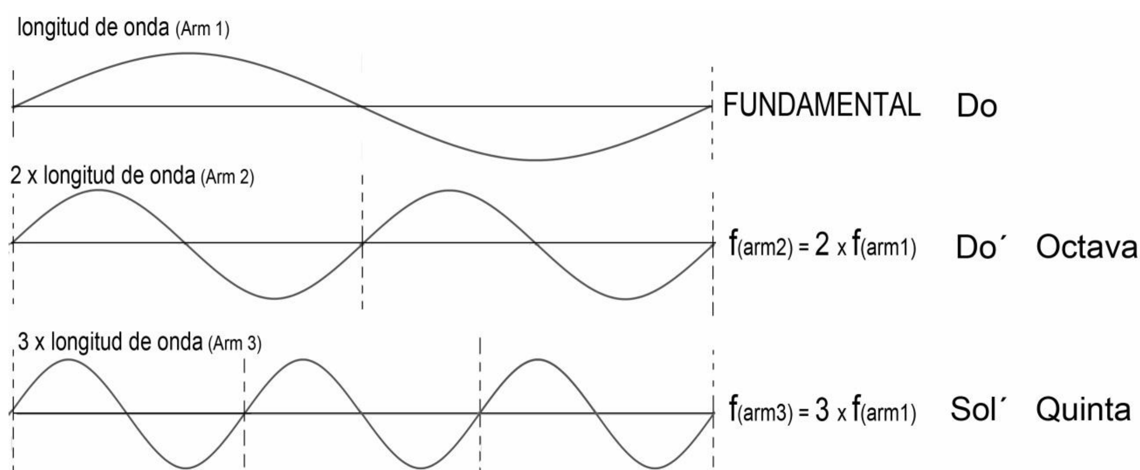

B9
C9
C8
C7
C6
C5
A4
C4
C3
C2
C1
C0
15804,25 Hz
6372,01 Hz
4186,00 Hz
2093,00 Hz
1046,50 Hz
523,25 Hz
440,00 Hz
261,62 Hz
Do central piano
130,80 Hz
65,40 Hz
32,70 Hz
16,35 Hz
Flautín
Flauta travesera
Flauta baja
Clarinete
Clarinete bajo
Saxo barítono
Saxo tenor
Saxo alto
Saxo soprano
Contrafagot
Fagot
Corno inglés
Oboe
Tuba
Trompa
Trombón tenor
Trompeta
Fliscorno
Bombardino

1.6- AFINACIÓN PITAGÓRICA, AFINACIÓN TEMPERADA Y SERIE ARMÓNICA.

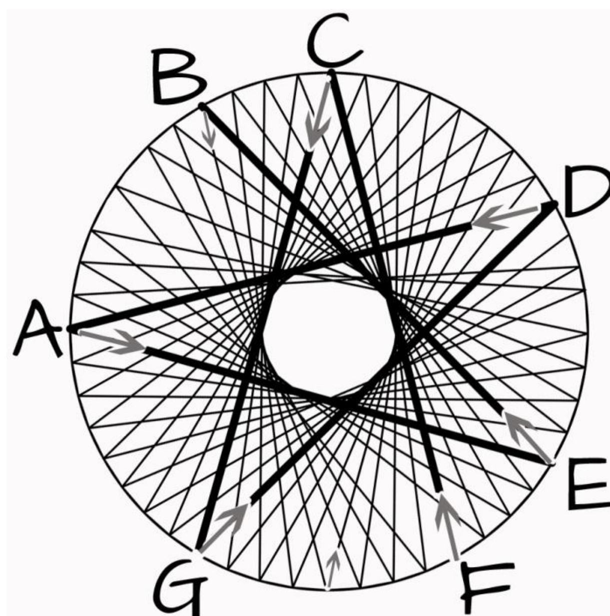
Aunque ya hemos explicado en qué consiste la serie armónica, la afinación pitagórica y la afinación temperada, en este capítulo se pretende establecer una comparativa entre los tres con la finalidad de aclarar conceptos sobre sus similitudes y diferencias que ayuden a comprender mejor en qué consiste cada uno de ellos y cómo se relacionan entre sí. Existen múltiples sistemas de afinación a lo largo de la geografía y la historia, pero en este estudio nos vamos a centrar en estas tres series.

AFINACIÓN PITAGÓRICA

La **afinación pitagórica** se construye a partir de las consonancias básicas de la serie armónica. El segundo armónico se corresponde con el intervalo de octava y el tercer armónico con el de quinta.

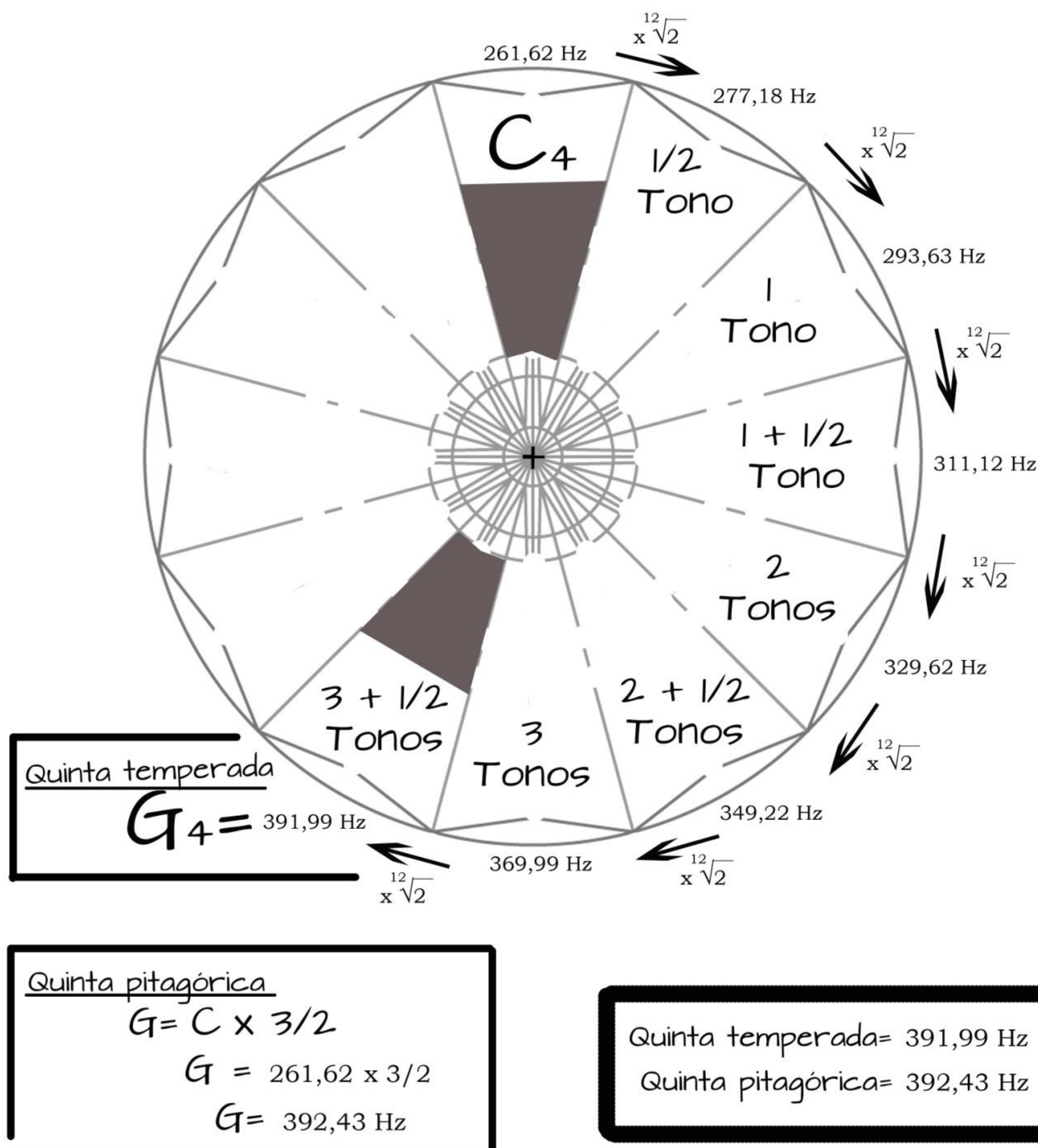


Como vimos en capítulos anteriores, partiendo desde una nota se obtienen las demás con la proporción del tercer armónico de cada nueva nota. Con la **espiral de quintas naturales** obtenemos una sucesión infinita de notas al no existir coincidencia matemática entre la serie de quintas y la de octavas. Las siete primeras dan lugar a la escala diatónica.



AFINACIÓN TEMPERADA

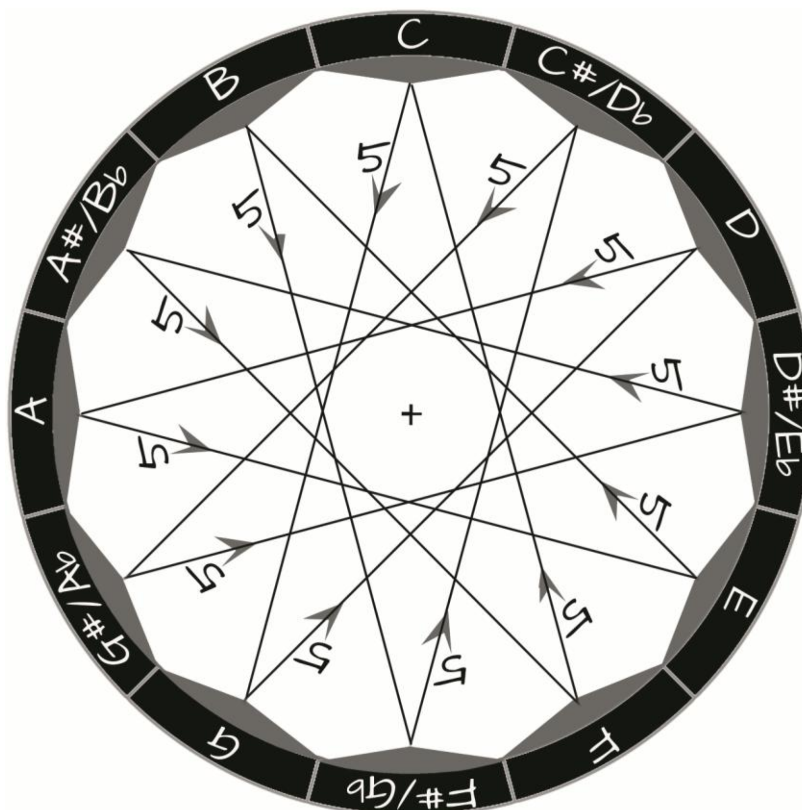
La **afinación temperada** está formada por doce sonidos obtenidos al dividir el intervalo de octava en doce partes proporcionalmente iguales entre sí. Multiplicando una frecuencia por la **raíz duodécima de dos** obtenemos el valor de un semitono temperado. Ascendiendo tres tonos y medio desde una nota por la escala cromática obtenemos un valor en Hertzios muy aproximado al de la quinta pitagórica.



El valor de la quinta temperada es ligeramente más bajo que el de la quinta pitagórica, pero se aproxima mucho y para nuestro oído es difícil apreciar la diferencia.

Lo cierto es que la afinación temperada implica sacrificio con respecto a la consonancia de las quintas. Se producen batimientos entre la fundamental y la quinta temperada como consecuencia del desacompasamiento que tiene lugar entre las ondas. Esta es una de las principales razones por la cual el temperamento igual ha contado con numerosos detractores a lo largo de la historia. En conjuntos de música antigua es muy frecuente buscar la consonancia de las quintas naturales por el efecto acústico que producen.

La gran ventaja de la afinación temperada con respecto a otros sistemas de afinación es que permite unir sus doce sonidos en un **círculo cerrado de quintas**. Esto hace posible construir la escala diatónica a partir de cualquiera de las doce notas y transportar a todas las tonalidades con una afinación estable.



La leve diferencia entre la quinta temperada y la pitagórica provoca como consecuencia que las frecuencias de las notas no coincidan en estos dos sistemas de afinación. La diferencia es acumulativa. Va creciendo con cada nueva nota del círculo de quintas.

	AFINACIÓN TEMPERADA [1]		AFINACIÓN PITAGÓRICA		
1	F3	**174,61 Hz**	F	F3	**174,61 Hz**
2	C3	130,80 Hz	C	$C = F \times 3/4$	130,95 Hz
3	G3	195,99 Hz	G	$G = C \times 3/2$	196,43 Hz
4	D3	146,83 Hz	D	$D = G \times 3/4$	147,32 Hz
5	A3	220,00 Hz	A	$A = D \times 3/2$	220,99 Hz
6	E3	164,81 Hz	E	$E = A \times 3/4$	165,74 Hz
7	B3	246,94 Hz	B	$B = E \times 3/2$	248,61 Hz
8	F#3	184,99 Hz	F#	$F\# = B \times 3/4$	186,46 Hz
9	C#3	138,59 Hz	C#	$C\# = F\# \times 3/4$	139,84 Hz
10	G#3	207,65 Hz	G#	$G\# = C\# \times 3/2$	209,76 Hz
11	D#3	155,56 Hz	D#	$D\# = G\# \times 3/4$	157,32 Hz
12	A#3	233,08 Hz	A#	$A\# = D\# \times 3/2$	235,98 Hz
13	E#3	**174,61 Hz**	E#	$E\# = A\# \times 3/4$	**176,99 Hz**
	F3 = E#3		**F < E#**		

[1] Las frecuencias del temperamento igual están reflejadas en la tabla del capítulo anterior.

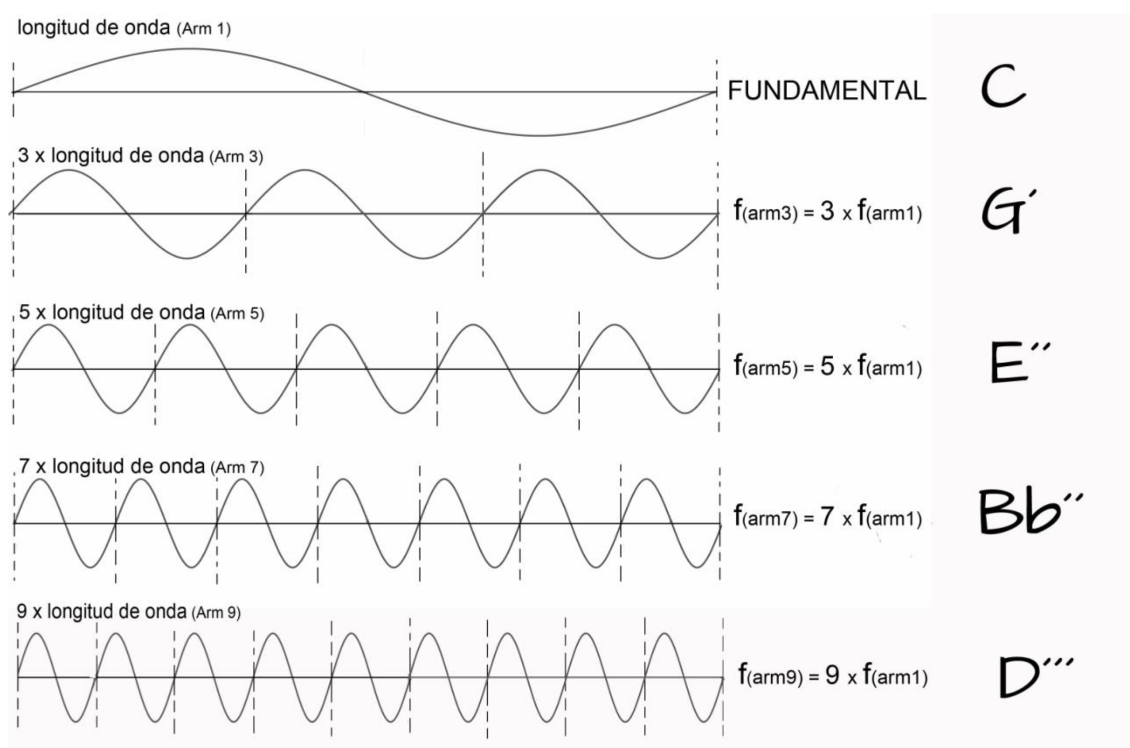
Tras una serie de doce quintas consecutivas, en la **afinación temperada** volvemos al valor relativo de la frecuencia original. Sin embargo en la **afinación pitagórica** obtenemos un valor notablemente superior con respecto a la frecuencia original.

Por esa razón la afinación pitagórica no supone un modelo válido para transportar a cualquier tonalidad con una afinación estable. La **quinta del lobo** se produce en el cuadro entre las frecuencias de **A#** (enarmónico de Bb) y **F**' [2].

SERIE ARMÓNICA

En la **serie armónica** derivada de los armónicos naturales que se producen en las ondas estacionarias, además de las consonancias naturales del segundo y tercer armónico se genera una sucesión de intervalos proporcionales a la nota fundamental. Utilizaremos el término "**intervalo natural**" o "**intervalo perfecto**" para referirnos a ellos.

Por cada armónico impar obtenemos una nueva nota, ya que los armónicos pares implican la repetición de algún sonido anterior de la serie.



Estos intervalos tienen en muchos casos valores muy próximos con respecto a los que se generan en la afinación pitagórica y en la afinación temperada.

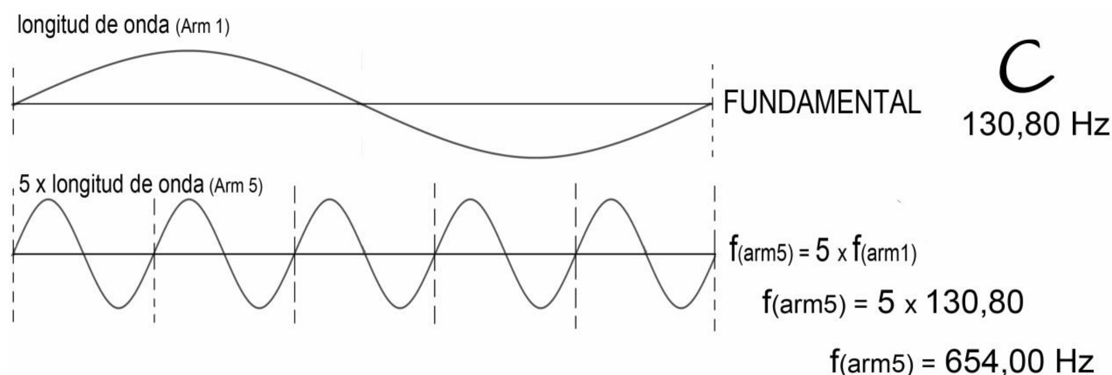
AFINACIÓN TEMPERADA		INTERVALOS PERFECTOS		
C3	**130,80 Hz**	**C**	C3	**130,80 Hz**
G4	391,99 Hz	**G´**	$G' = C \times 3$	392,40 Hz
E5	659,25 Hz	**E´´**	$E'' = C \times 5$	654,00 Hz
Bb5	932,32 Hz	**Bb´´**	$Bb'' = C \times 7$	915,60 Hz
D6	1174,65 Hz	**D´´´**	$D''' = C \times 9$	1177,20 Hz

[2] Entre estas dos frecuencias se genera una quinta muy baja de afinación. Este intervalo es conocido como la quinta del lobo por el sonido estridente como el aullido de un lobo que provoca.

Por ejemplo; el valor del **quinto armónico** de una nota se aproxima mucho al de su **intervalo de tercera mayor**. En la escala diatónica de *"Do"* a *"Mi"* contamos tres notas, por eso decimos que *"Mi"* es la tercera de *"Do"*.

1	**2**	**3**
C	**D**	**E**

El **quinto armónico** de **C** tiene una **f**recuencia cinco veces más alta con respecto a la fundamental. Para saber su valor multiplicamos por cinco los hertzios de **C**.



El valor del **quinto armónico** se corresponde con el intervalo de tercera de la nota fundamental dos octavas por arriba.

C	D	E	F	G	A	B	C´	D´	E´	F´	G´	A´	B´	C´´	D´´	**E´´**
1	2	3	4	5	6	7	8	2	3	4	5	6	7	1	2	**3**
130,80 Hz																**654,00 HZ**

Para bajar dos octavas su frecuencia la **dividimos entre cuatro** (dos veces dos).

$$\boldsymbol{f_{(E)} = f_{(E´´)} : 4}$$

$$654{,}00 / 4 = \mathbf{163{,}50}\ \boldsymbol{Hz}$$

El valor de la **tercera temperada** es notablemente más alto en comparación con el valor relativo del **armónico 5**.

C3 130,80 Hz	<u>*Tercera temperada*</u> (**E3**)	164,81 Hz
	<u>*(Arm 5)*</u> */4* $\boldsymbol{E = C} \times 5/4$	163,50 Hz

Esta diferencia si es fácilmente apreciable por el oído humano. Ni en la afinación temperada ni en la pitagórica se cumplen las consonancias perfectas de la tercera. A pesar de ello el intervalo de tercera mayor es considerado como intervalo consonante por su proximidad con la proporción del quinto armónico.

En las músicas orientales y en la música antigua existen **múltiples modelos de afinación**. Cabe destacar el sistema mesotónico de Aristógenes y el modelo de Ptolomeo en el mundo clásico, así como las aportaciones de los renacentistas Bartolomé Ramos de Pareja, Francisco de Salinas y Gioseffo Zarlino entre otros. En algunos casos se contempla la consonancia de las terceras perfectas.

En este estudio nos centramos principalmente en los intervalos propios de la **serie armónica**, en la **afinación pitagórica** y en el **temperamento igual de doce sonidos**. A modo de resumen en el siguiente cuadro exponemos las principales características y la relación existente entre las tres.

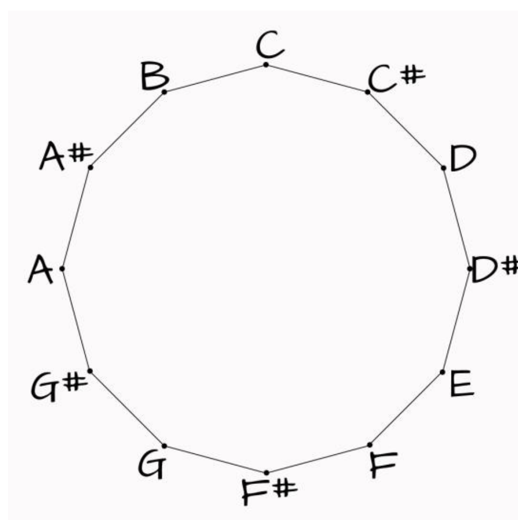
CONSONANCIAS PERFECTAS	AFINACIÓN PITAGÓRICA	AFINACIÓN TEMPERADA
Intervalos propios de la **serie armónica**	Resultado de las notas que aparecen en la **espiral de quintas naturales**.	Resultado de dividir en **doce semitonos proporcionalmente iguales entre** sí el intervalo de octava.
Proporciones perfectas con respecto a la frecuencia fundamental. Octava=2 Quinta=3/2 Tercera=5/4	Se cumple la consonancia natural de las octavas, quintas y cuartas, pero no de las terceras y otros intervalos.	Solamente se respeta la consonancia natural de las octavas. Las quintas temperadas se aproximan a las naturales y permiten relacionar las doce notas en un círculo cerrado de quintas. El valor de un **semitono temperado** se obtiene al multiplicar la frecuencia fundamental por la raíz duodécima de dos. $\sqrt[12]{2}$

1.7 GEOMETRIA DEL TEMPERAMENTO IGUAL.

La consolidación del temperamento igual a lo largo del siglo XIX en la música occidental configura también nuevas posibilidades y maneras de entender la armonía. El periodo romántico se caracteriza por un uso cada vez mayor de los cromatismos y por la búsqueda de la libre expresividad. Esta evolución conduce a la exploración de nuevos recursos estilísticos en la armonía musical.

Los músicos impresionistas y nacionalistas indagan las posibilidades geométricas del sistema temperado haciendo uso de acordes aumentados y escalas simétricas. En el siglo XX, la música dodecafónica y la música serial suponen la ruptura total con respecto a los modelos tonales y una mayor indagación en las posibilidades geométricas del sistema temperado.

La proporcionalidad igual de los doce semitonos configura un polígono regular de doce vértices. Situamos cada uno de los doce sonidos en un vértice del dodecágono:



El número doce se descompone en números enteros dando lugar a diferentes combinaciones. De este modo podemos obtener:

- ❖ tres grupos de cuatro unidades.



- ❖ Cuatro grupos de tres unidades.



- ❖ Dos grupos de seis unidades.

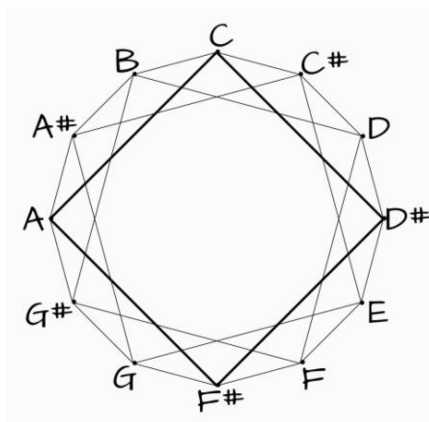


- ❖ Seis grupos de dos unidades.

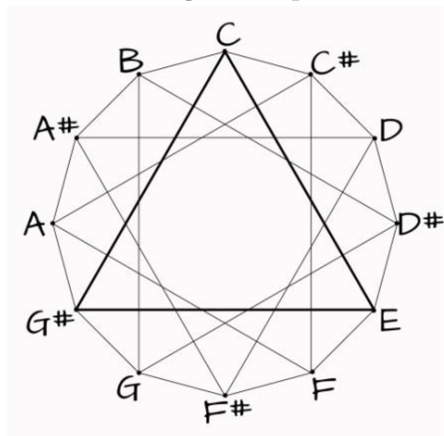


De la misma manera, los doce vértices de un dodecágono pueden dar lugar a la formación de :

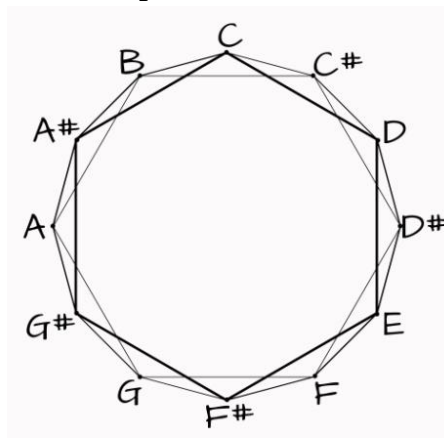
- ❖ Tres cuadrados.



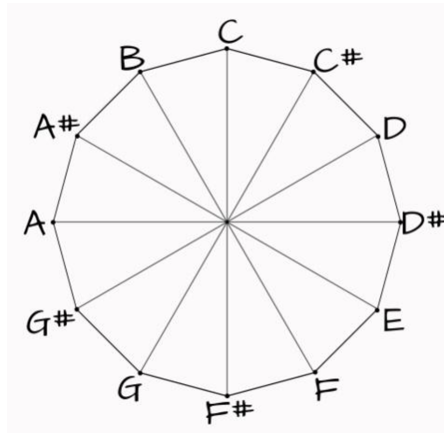
- ❖ Cuatro triángulos equiláteros.



- ❖ Dos hexágonos.



- ❖ Seis diagonales principales.



Como hemos visto en capítulos anteriores, el valor de un semitono temperado se obtiene al multiplicar una frecuencia por la raíz duodécima de dos.

Nº de divisiones

$$\sqrt[12]{2}$$

Intervalo de octava

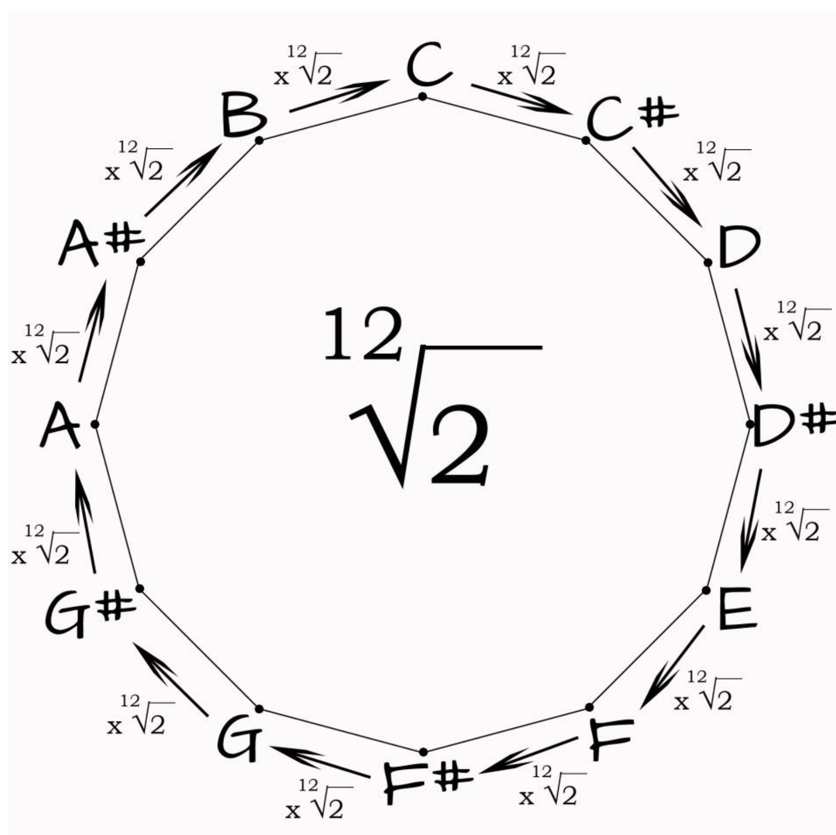
En la ecuación, el radicando dos representa la proporción del intervalo de octava *(ya que este se obtiene al multiplicar por dos la frecuencia original).* El índice de la raíz (12) representa el número de notas en los que se desea dividir el intervalo de octava.

Haciendo uso de esta proporción obtenemos los doce vértices en nuestro **dodecágono** hasta cerrar el polígono completo en la nota de origen una octava por encima.

C x $\sqrt[12]{2}$ = C# **C# x $\sqrt[12]{2}$ = D** **D x $\sqrt[12]{2}$ = D#** **D# x $\sqrt[12]{2}$ = E**

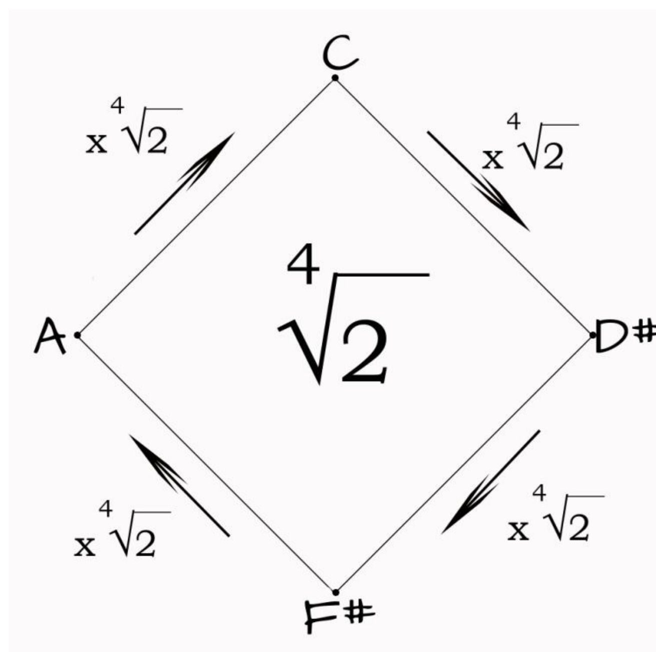
E x $\sqrt[12]{2}$ = F **F x $\sqrt[12]{2}$ = F#** **F# x $\sqrt[12]{2}$ = G** **G x $\sqrt[12]{2}$ = G#**

G# x $\sqrt[12]{2}$ = A **A x $\sqrt[12]{2}$ = A#** **A# x $\sqrt[12]{2}$ = B** **B x $\sqrt[12]{2}$ = C´**



Al sustituir el índice doce de la raíz por los submúltiplos que lo componen podemos descomponer el dodecaedro obteniendo los cuadrados, triángulos equiláteros, hexágonos o diagonales principales que contiene.

Un **cuadrado** se forma por cuatro vértices equidistantes entre sí. Al aplicar en nuestra ecuación el número cuatro para el índice de la raíz obtenemos las cuatro frecuencias que definen los vértices de nuestro cuadrado musical. Estas cuatro frecuencias dividen el intervalo de octava en cuatro sonidos proporcionalmente iguales entre sí.



C x $\sqrt[4]{2}$ = D#

D# x $\sqrt[4]{2}$ = F#

F# x $\sqrt[4]{2}$ = A

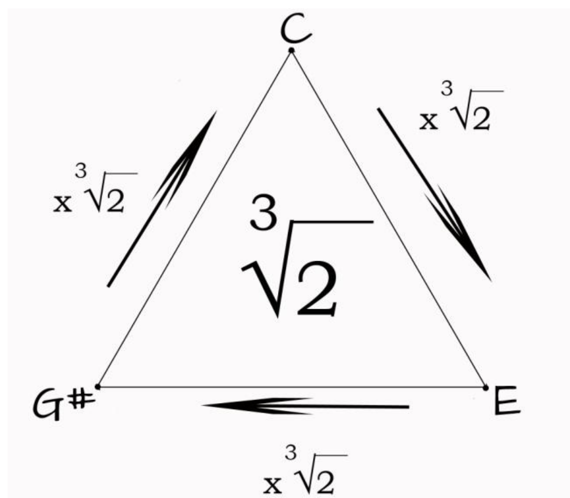
A x $\sqrt[4]{2}$ = C´

Un dodecágono contiene tres cuadrados entre sus vértices. Estos tres cuadrados agrupan los doce sonidos del temperamento igual de la siguiente manera:

C	**C#**	**D**
D#	**E**	**F**
F#	**G**	**G#**
A	**A#**	**B**

Como veremos en próximos capítulos, las frecuencias de estos tres cuadriláteros dan lugar a la formación de todas las **tetradas disminuidas** y sirven también para la construcción de las escalas simétricas de ocho sonidos.

Un **triángulo equilátero** se forma por tres vértices equidistantes entre sí. Al aplicar en nuestra ecuación el número tres para el índice de la raíz obtenemos las tres frecuencias que definen los vértices de nuestro triángulo musical. Estas tres frecuencias dividen el intervalo de octava en tres sonidos proporcionalmente iguales entre sí.



$$\mathbf{C \times \sqrt[3]{2} = E}$$

$$\mathbf{E \times \sqrt[3]{2} = G\#}$$

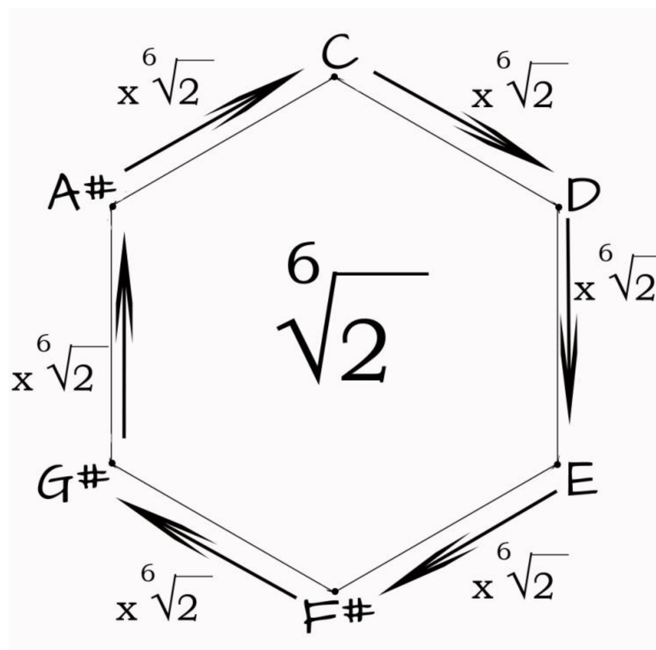
$$\mathbf{G\# \times \sqrt[3]{2} = C'}$$

Un dodecágono contiene cuatro triángulos equiláteros. Estos cuatro triángulos agrupan los doce sonidos del temperamento igual de la siguiente manera:

	C **E** **G#**		**C#** **F** **A**
	D **F#** **A#**		**D#** **G** **B**

Como veremos más adelante, estos cuatro triángulos definen todas las combinaciones posibles para la formación de **triadas aumentadas**.

Un **hexágono regular** se forma por seis vértices equidistantes entre sí. Al aplicar en nuestra ecuación el número seis para el índice de la raíz obtenemos las seis frecuencias que definen los vértices de nuestro hexágono musical. Estas seis frecuencias dividen el intervalo de octava en seis sonidos proporcionalmente iguales entre sí.



$$C \times \sqrt[6]{2} = D$$

$$D \times \sqrt[6]{2} = E$$

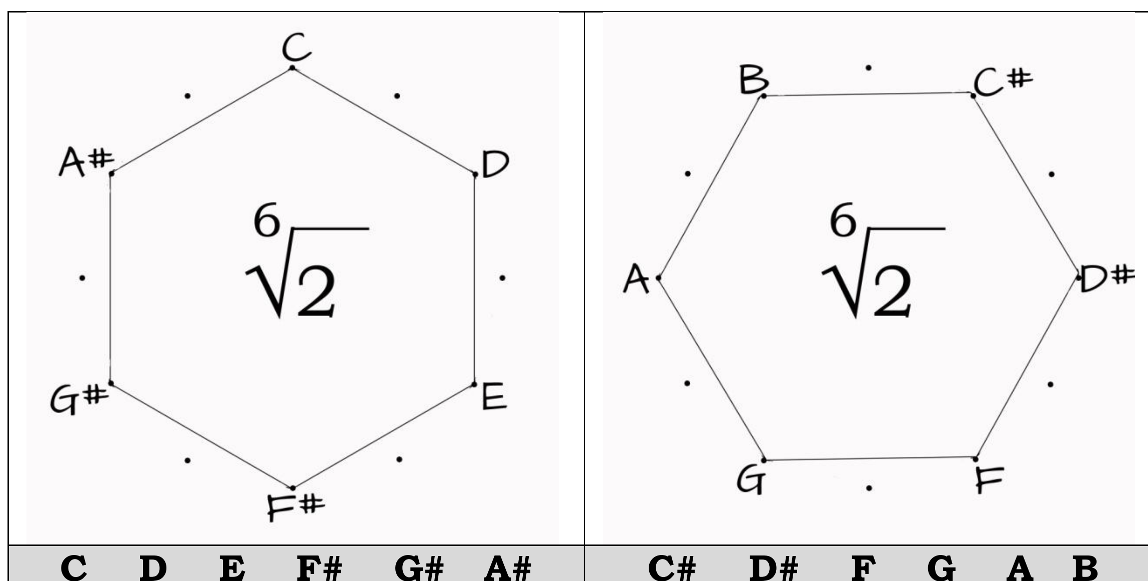
$$E \times \sqrt[6]{2} = F\#$$

$$F\# \times \sqrt[6]{2} = G\#$$

$$G\# \times \sqrt[6]{2} = A\#$$

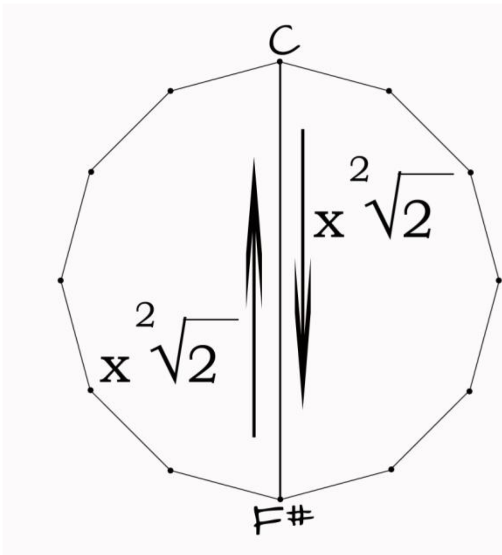
$$A\# \times \sqrt[6]{2} = C'$$

Un dodecágono contiene dos hexágonos entre sus vértices. Estos dos hexágonos agrupan los doce sonidos del temperamento igual de la siguiente manera:



Estos dos hexágonos definen las dos combinaciones posibles para formar la escala **hexatónica** de tonos enteros.

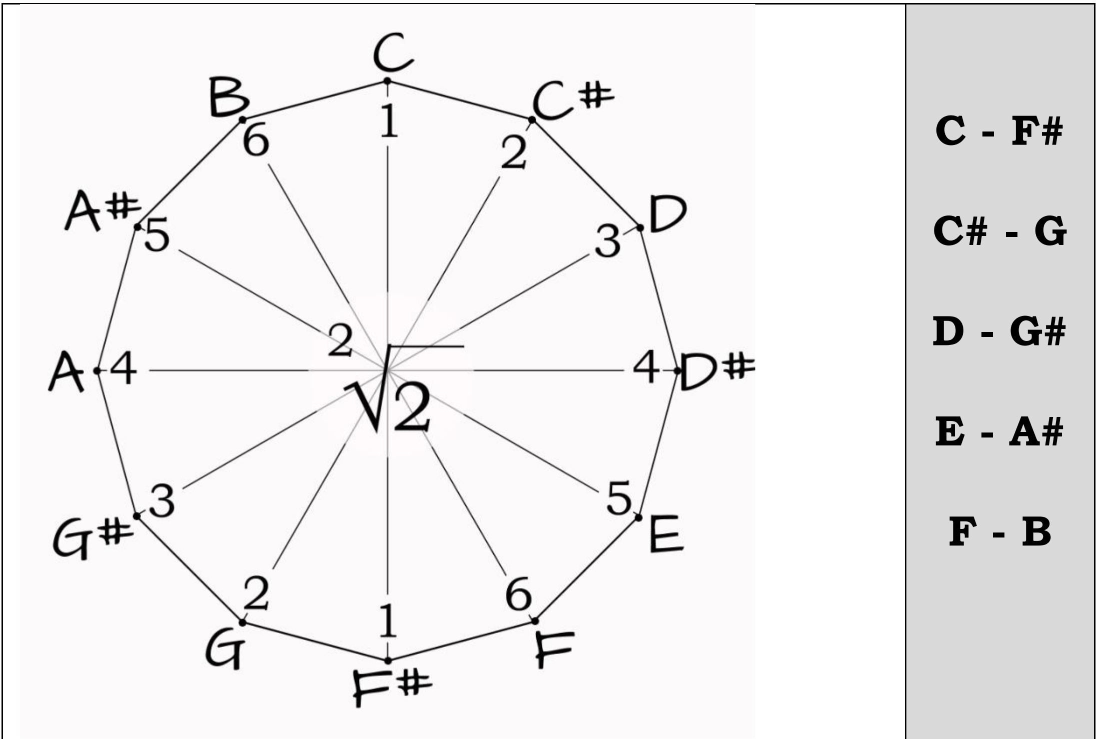
En un polígono regular la **diagonal principal** une dos vértices opuestos dividiendo el polígono en dos mitades iguales. Al aplicar el nuestra ecuación el número dos para el índice de la raíz dividimos el intervalo de octava en dos frecuencias proporcionalmente iguales entre sí.



$$C \times \sqrt[2]{2} = F\#$$

$$F\# \times \sqrt[2]{2} = C'$$

En un dodecágono es posible trazar seis diagonales principales. Estas seis diagonales principales agrupan los doce sonidos en seis parejas de la siguiente manera:



Estas seis parejas de sonidos definen todas las combinaciones posibles para la formación del **intervalo de tritono**, como veremos próximamente. [1]

[1] En el capítulo 2.7

2. INTERVALOS

2.1 Cifrado interválico.

2.2 Intervalos invertidos y complementarios.

2.3 Complementarios en la geometría del temperamento Igual.

2.4 Intervalos de la serie armónica.

2.5 Serie armónica invertida.

2.6 Quintas y cuartas.

2.7 Intervalo de tritono.

2.8 Tercera mayor, sexta menor [y enarmónicos (b4-#5)].

2.9 Tercera menor, sexta mayor [y enarmónicos (#2-bb7)].

2.10 Séptima menor y segunda mayor.

2.11 Séptima mayor y segunda menor.

2.1- CIFRADO INTERVÁLICO

El término "**intervalo**" se define como la **distancia existente entre dos notas**. El manejo de los intervalos es básico para comprender la construcción de las escalas y los acordes. En el sistema temperado, tomando un sonido como referencia es necesario saber ubicar los otros once y conocer cuál es la función armónica que ejercen con respecto a la raíz.

El cifrado estándar de los intervalos está diseñado en origen para construir escalas de siete notas. A partir de una nota se seleccionan otros seis sonidos más para la construcción de la escala.

La numeración básica se realiza a partir de **la escala diatónica**. Tomando la nota "**Do**" como raíz numeramos en sentido ascendente las otras seis notas correspondientes a las teclas blancas del teclado.

C	D	E	F	G	A	B
1	2	3	4	5	6	7

En un rango de dos octavas la numeración continua del siguiente modo:

C	D	E	F	G	A	B	C´	D´	E´	F´	G´	A´	B´
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Las notas en las escalas habitualmente se numeran por orden ascendente en el rango de una octava. Sin embargo es frecuente construir los acordes por terceras en un rango de dos octavas omitiendo los intervalos pares. Al ordenar las notas de esta manera los siete sonidos quedan numerados de esta forma:

C	D	E	F	G	A	B	C´	D´	E´	F´	G´	A´	B´
1		3		5		7		9		11		13	

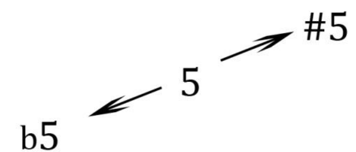
Los intervalos de tercera, quinta y séptima definen la **tetrada** básica de un acorde. Aunque también podemos utilizar la numeración 10, 12 o 14 para su posicionamiento en el rango de la segunda octava, es común referirse a ellos con su numeración simple independientemente del rango en el que nos encontremos.

Corresponden a una misma nota en diferente octava los intervalos de segunda-novena **(2-9)**, cuarta-undécima **(4-11)** y sexta-decimotercera **(6-13).** Añadiendo estos sonidos, la numeración de la escala diatónica es la siguiente:

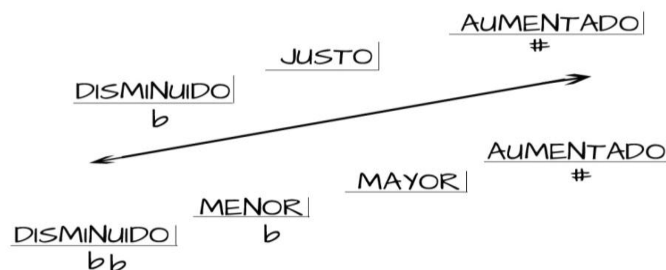
C	D	E	F	G	A	B
1	2-9	3	4-11	5	6-13	7

A partir de estos siete sonidos básicos podemos obtener diferentes escalas alterando alguna nota *(Por ejemplo, en el caso de la escala diatónica de Do sustituyendo alguna de las teclas blancas del teclado por una tecla negra).*

Al alterar un intervalo utilizamos un sostenido (**#**) para subirlo medio tono o un bemol (**b**) para bajarlo medio tono.



Los intervalos se clasifican en dos categorías diferentes a la hora de interpretar las alteraciones. Dependiendo de si son del tipo "**justo**" o del tipo "**modal**" se nombran de la siguiente manera:



En los **intervalos modales** (mayor-menor) se utiliza una doble alteración para el cifrado del intervalo disminuido. Si un bemol indica descender un semitono, dos bemoles indican la necesidad de bajar un tono entero. Por ejemplo, el intervalo de tercera pertenece a esta categoría de intervalos. Las cuatro posibilidades de tercera disponibles se nombran de la siguiente manera:



Son **intervalos justos** la cuarta-undécima **(4-11)**, quinta **(5)** y octava **(8)**. [1]

Los **intervalos modales** son segunda-novena **(2-9)**, tercera **(3)**, sexta-decimotercera **(6-13)** y séptima **(7)**.



[1] Los intervalos del tipo "JUSTO" son aquellos que en la afinación pitagórica se corresponden con las proporciones perfectas. Octava=2; Quinta=3/2; Cuarta=4/3.

Partiendo de los siete intervalos básicos de la escala diatónica, al desplegar las alteraciones posibles de cada intervalo obtenemos este esquema: [2]

1			#2 #9		#3	#4 #11		#5		#6 #13	
		2 9		3	4 11		5		6 13		7
	b2 b9		b3	b4 b11		b5		b6 b13		b7	
		bb3					bb6		bb7		

INTERVALOS ENARMÓNICOS son aquellos que coinciden en la misma columna en nuestro esquema. En el sistema temperado hacen referencia a una misma frecuencia, pero según el contexto armónico se utiliza uno u otro nombre. Estas son las parejas de intervalos enarmónicos resultantes:

2=bb3 #2=b3 3=b4 #3=4 #4=b5 5=bb6 #5=b6 6=bb7 #6=b7

La **distancia** que existe entre la nota fundamental y sus intervalos se puede medir en **tonos y semitonos**. (Dos medios tonos equivalen a un tono entero.)

8 I	b2 b9	2 9	#2 #9 b3	3	4 11	#4 #11 b5	5	#5 b6 b13	6 bb7	#6 b7	7	8	
													1/2 tono
													Tono
													Tono y 1/2
													2 Tonos
													2 tonos y 1/2
													3 tonos
													3 tonos y 1/2
													4 tonos
													4 tonos y 1/2
													5 tonos
													5 tonos y 1/2
													6 tonos

Entre la nota fundamental y la segunda mayor hay un tono. Entre la fundamental y la segunda menor medio tono. La tercera mayor dista dos tonos de la fundamental y la tercera menor un tono y medio. La quinta se encuentra a tres tonos y medio y la quinta disminuida a tres tonos. Los intervalos que se encuentran por encima de la octava se miden en el cuadro con respecto a la octava. La novena se encuentra a un tono de la octava, pero si le añadimos los seis tonos que hay en el intervalo de una octava en realidad la novena se encuentra a siete tonos de la nota fundamental.

[2] Omitimos las alteraciones de octava así como los intervalos de segunda disminuida y séptima aumentada por cuestiones prácticas.

Al aplicar el esquema de los intervalos sobre los doce sonidos del temperamento igual asignamos una nota musical a cada uno de los siete números básicos empezando a contar a partir de la nota seleccionada como primera. En el caso de "Do" ya conocemos el orden.

C	D	E	F	G	A	B
1	2	3	4	5	6	7

A partir de aquí cada letra es sinónimo del número al que representa. Al aplicar las alteraciones de los intervalos las notas son arrastradas utilizando las alteraciones que sean necesarias para subir o bajar. Los intervalos de "Do" son los siguientes:

C			D#		E#	F#		G#		A#	
			#2-#9		#3	#4-#11		#5		#6-#13	
		D		E	F		G		A		B
		2-9		3	4-11		5		6-13		7
1	Db		Eb	Fb		Gb		Ab		Bb	
	b2-b9		b3	b4		b5		b6-b13		b7	
		Ebb					Abb		Bbb		
		bb3					bb6		bb7		

Al emplear notas con doble alteración cada sonido del temperamento igual puede utilizar hasta tres enarmónicos diferentes para ser nombrado dependiendo de la función interválica que desempeñe :

	B##	C##		D##		E##	F##		G##		A##
B#	C#		D#		E#	F#		G#		A#	
C		D		E	F		G		A		B
	Db		Eb	Fb		Gb		Ab		Bb	Cb
Dbb		Ebb	Fbb		Gbb		Abb		Bbb	Cbb	

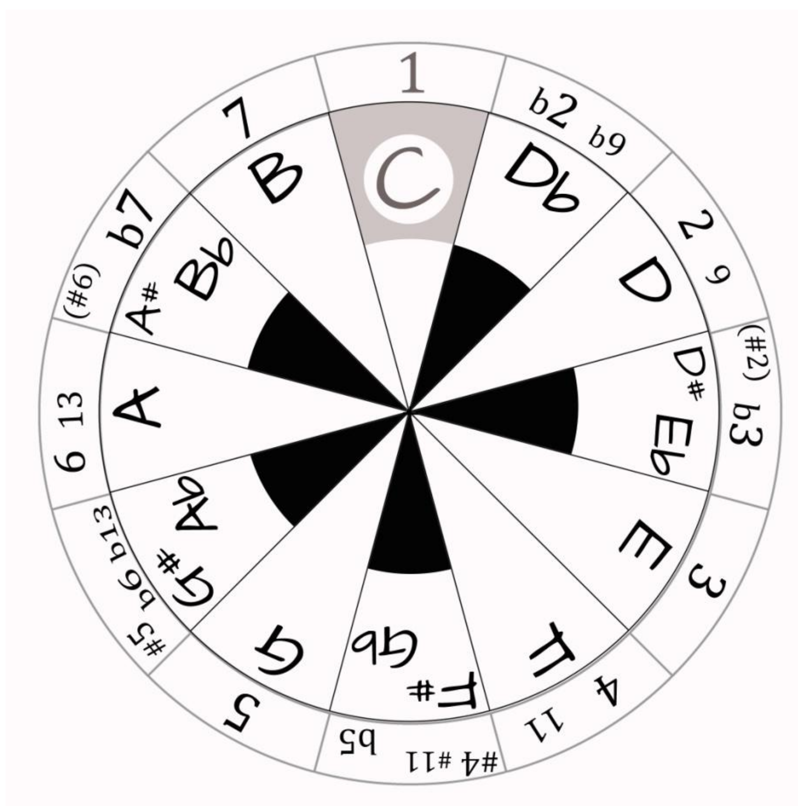
Entre las notas **E-F** y **B-C** hay solamente medio tono de distancia, por lo tanto:

E# E F Fb

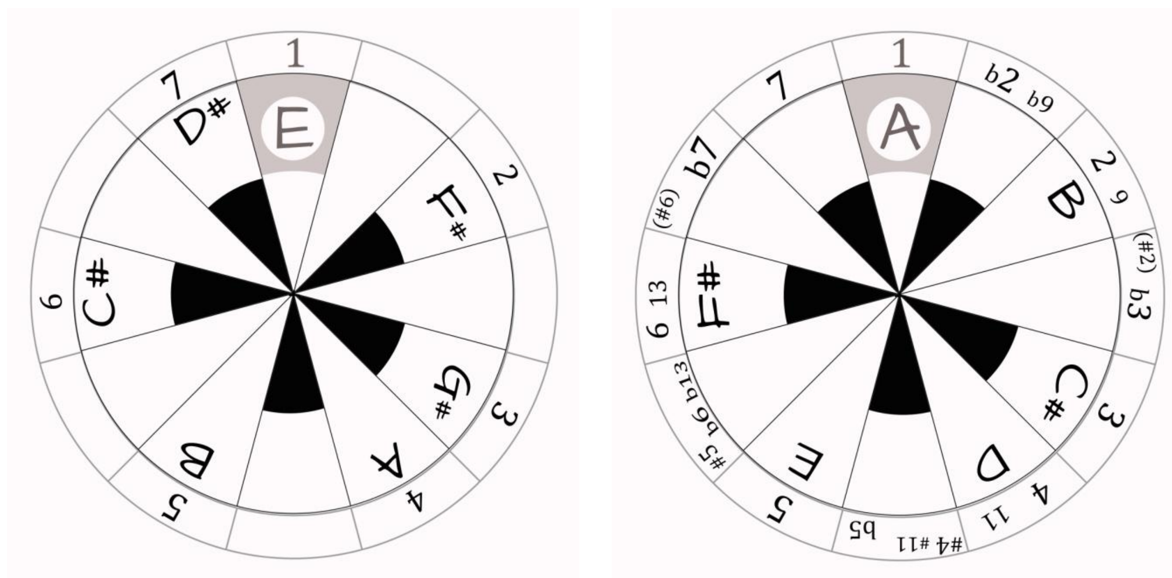
B# B C Cb

E#=F
Fb=E
B#=C
Cb=B

Hemos desarrollado la nomenclatura para el cifrado de los intervalos tomando como referencia la nota **C**.



Pero la distribución equidistante entre semitonos del temperamento igual hace posible tomar como raíz cualquiera de los doce sonidos para desplegar el cifrado interválico.



A partir de la distribución interválica de la escala diatónica obtenemos cuales son los enarmónicos que debemos de utilizar para nombrar a cada nota, teniendo en cuenta que deben de aparecer las siete letras y que cada letra será sinónimo del intervalo al que representa en cada caso.

Tomando como raíz dos **enarmónicos** (como por ejemplo **C#-Db**) el cifrado interválico se desarrolla por separado a partir de las dos notas. Al realizar la numeración obtenemos dos resultados distintos. Pero comparativamente todos los intervalos resultantes son enarmónicos. Aunque empleamos diferentes nombres para cada uno a efectos prácticos en el sistema temperado hacen referencia a los mismos sonidos.

Cada letra es sinónimo del número al que representa y pierde o añade alteraciones para subir o bajar según lo exija el cifrado de los intervalos:

E			F##
			#2-#9
		F#	
		2-9	
1	F		
	b2-b9		

Por ejemplo: El intervalo de segunda mayor **(2)** de **E** es **F#**.

- Añadiendo otro sostenido más **(F##)** obtenemos el intervalo de segunda aumentada **(#2)**.
- Cuando la nota pierde su alteración **(F)** cumple la función de segunda menor **(b2)**

A continuación desarrollamos los resultados al aplicar el esquema del cifrado interválico a partir de todas las notas con máximo una alteración. Los cuadros solapados corresponden a tonos enarmónicos:

B#			C###		D###	E##		F###		G###	
			#2-#9		#3	#4-#11		#5		#6-#13	
		C##		D##	E#		F##		G##		A##
		2-9		3	4-11		5		6-13		7
1	C#		D#	E		F#		G#		A#	
	b2-b9		b3	b4		b5		b6-b13		b7	
		D					G		A		
		bb3					bb6		bb7		
C			D#		E#	F#		G#		A#	
			#2-#9		#3	#4-#11		#5		#6-#13	
		D		E	F		G		A		B
		2-9		3	4-11		5		6-13		7
1	Db		Eb	Fb		Gb		Ab		Bb	
	b2-b9		b3	b4		b5		b6-b13		b7	
		Ebb					Abb		Bbb		
		bb3					bb6		bb7		

C#			D##		D###	F##		G##		A##	
			#2-#9		#3	#4-#11		#5		#6-#13	
		D#		E#	F#		G#		A#		B#
		2-9		3	4-11		5		6-13		7
1	D		E	F		G		A		B	
	b2-b9		b3	b4		b5		b6-b13		b7	
		Eb					Ab		Bb		
		bb3					bb6		bb7		
Db			E		F#	G		A		B	
			#2-#9		#3	#4-#11		#5		#6-#13	
		Eb		F	Gb		Ab		Bb		C
		2-9		3	4-11		5		6-13		7
1	Ebb		Fb	Gbb		Abb		Bbb		Cb	
	b2-b9		b3	b4		b5		b6-b13		b7	
		Fbb					Bbbb		Cbb		
		bb3					bb6		bb7		

D			E#		F##	G#		A#		B#	
			#2-#9		#3	#4-#11		#5		#6-#13	
		E		F#	G		A		B		C#
		2-9		3	4-11		5		6-13		7
1	Eb		F	Gb		Ab		Bb		C	
	b2-b9		b3	b4		b5		b6-b13		b7	
		Fb					Bbb		Cb		
		bb3					bb6		bb7		

D#			E##		F###	G##		A##		B##	
			#2-#9		#3	#4-#11		#5		#6-#13	
		E#		F##	G#		A#		B#		C##
		2-9		3	4-11		5		6-13		7
1	E		F#	G		A		B		C#	
	b2-b9		b3	b4		b5		b6-b13		b7	
		F					Bb		C		
		bb3					bb6		bb7		
Eb			F#		G#	A		B		C#	
			#2-#9		#3	#4-#11		#5		#6-#13	
		F		G	Ab		Bb		C		D
		2-9		3	4-11		5		6-13		7
1	Fb		Gb	Abb		Bbb		Cb		Db	
	b2-b9		b3	b4		b5		b6-b13		b7	
		Gbb					Cbb		Dbb		
		bb3					bb6		bb7		

E			F##		G##	A#		B#		C##	
			#2-#9		#3	#4-#11		#5		#6-#13	
		F#		G#	A		B		C#		D#
		2-9		3	4-11		5		6-13		7
1	F		G	Ab		Bb		C		D	
	b2-b9		b3	b4		b5		b6-b13		b7	
		Gb					Cb		Db		
		bb3					bb6		bb7		
Fb			G		A	Bb		C		D	
			#2-#9		#3	#4-#11		#5		#6-#13	
		Gb		Ab	Bbb		Cb		Db		Eb
		2-9		3	4-11		5		6-13		7
1	Gbb		Abb	Bbbb		Cbb		Dbb		Ebb	
	b2-b9		b3	b4		b5		b6-b13		b7	
		Abbb					Dbbb		Ebbb		
		bb3					bb6		bb7		

E#			F###		G###	A##		B##		C###	
			#2-#9		#3	#4-#11		#5		#6-#13	
		F##		G##	A#		B#		C##		D##
		2-9		3	4-11		5		6-13		7
1	F#		G#	A		B		C#		D#	
	b2-b9		b3	b4		b5		b6-b13		b7	
		G					C		D		
		bb3					bb6		bb7		
F			G#		A#	B		C#		D#	
			#2-#9		#3	#4-#11		#5		#6-#13	
		G		A	Bb		C		D		E
		2-9		3	4-11		5		6-13		7
1	Gb		Ab	Bbb		Cb		Db		Eb	
	b2-b9		b3	b4		b5		b6-b13		b7	
		Abb					Dbb		Ebb		
		bb3					bb6		bb7		

F#			G##		A##	B#		C##		D##	
			#2-#9		#3	#4-#11		#5		#6-#13	
		G#		A#	B		C#		D#		E#
		2-9		3	4-11		5		6-13		7
1	G		A	Bb		C		D		E	
	b2-b9		b3	b4		b5		b6-b13		b7	
		Ab					Db		Eb		
		bb3					bb6		bb7		
Gb			A		B	C		D		E	
			#2-#9		#3	#4-#11		#5		#6-#13	
		Ab		Bb	Cb		Db		Eb		F
		2-9		3	4-11		5		6-13		7
1	Abb		Bbb	Cbb		Dbb		Ebb		Fb	
	b2-b9		b3	b4		b5		b6-b13		b7	
		Bbbb					Ebbb		Fbb		
		bb3					bb6		bb7		

G			A#		B#	C#		D#		E#	
			#2-#9		#3	#4-#11		#5		#6-#13	
		A		B	C		D		E		F#
		2-9		3	4-11		5		6-13		7
1	Ab		Bb	Cb		Db		Eb		F	
	b2-b9		b3	b4		b5		b6-b13		b7	
		Bbb					Ebb		Fb		
		bb3					bb6		bb7		

G#			A##		B#	C##		D##		E##	
			#2-#9		#3	#4-#11		#5		#6-#13	
		A#		B#	C#		D#		E#		F##
		2-9		3	4-11		5		6-13		7
1	A		B	C		D		E		F#	
	b2-b9		b3	b4		b5		b6-b13		b7	
		Bb					Eb		F		
		bb3					bb6		bb7		
Ab			B		C#	D		E		F#	
			#2-#9		#3	#4-#11		#5		#6-#13	
		Bb		C	Db		Eb		F		G
		2-9		3	4-11		5		6-13		7
1	Bbb		Cb	Dbb		Ebb		Fb		Gb	
	b2-b9		b3	b4		b5		b6-b13		b7	
		Cbb					Fbb		Gbb		
		bb3					bb6		bb7		

A			B#		C##	D#		E#		F##	
			#2-#9		#3	#4-#11		#5		#6-#13	
		B		C#	D		E		F#		G#
		2-9		3	4-11		5		6-13		7
1	Bb		C	Db		Eb		F		G	
	b2-b9		b3	b4		b5		b6-b13		b7	
		Cb					Fb		Gb		
		bb3					bb6		bb7		

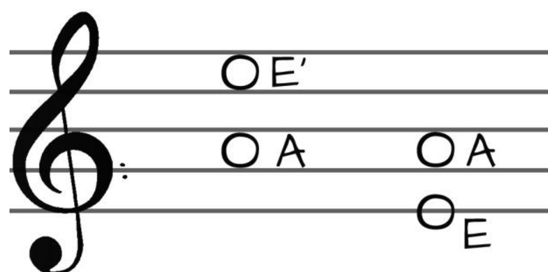
A#			B##		C###	D##		E##		F##	
			#2-#9		#3	#4-#11		#5		#6-#13	
		B#		C##	D#		E#		F#		G##
		2-9		3	4-11		5		6-13		7
1	Bb		C#	D		E		F		G#	
	b2-b9		b3	b4		b5		b6-b13		b7	
		C					Fb		G		
		bb3					bb6		bb7		
Bb			C#		D#	E		F#		G#	
			#2-#9		#3	#4-#11		#5		#6-#13	
		C		D	Eb		F		G		A
		2-9		3	4-11		5		6-13		7
1	Cb		Db	Ebb		Fb		Gb		Ab	
	b2-b9		b3	b4		b5		b6-b13		b7	
		Dbb					Gbb		Abb		
		bb3					bb6		bb7		

B			C##		D##	E#		F##		G##	
			#2-#9		#3	#4-#11		#5		#6-#13	
		C#		D#	E		F#		G#		A#
		2-9		3	4-11		5		6-13		7
1	C		D	Eb		F		G		A	
	b2-b9		b3	b4		b5		b6-b13		b7	
		Db					Gb		Ab		
		bb3					bb6		bb7		
Cb			D		E	F		G		A	
			#2-#9		#3	#4-#11		#5		#6-#13	
		Db		Eb	Fb		Gb		Ab		Bb
		2-9		3	4-11		5		6-13		7
1	Dbb		Ebb	Fbb		Gbb		Abb		Bbb	
	b2-b9		b3	b4		b5		b6-b13		b7	
		Ebbb					Abbb		Bbbb		
		bb3					bb6		bb7		

2.2- INTERVALOS INVERTIDOS Y COMPLEMENTARIOS

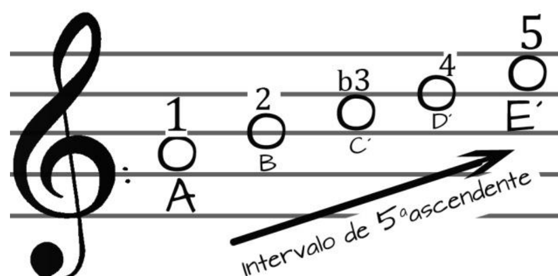
INTERVALOS ASCENDENTES Y DESCENDENTES

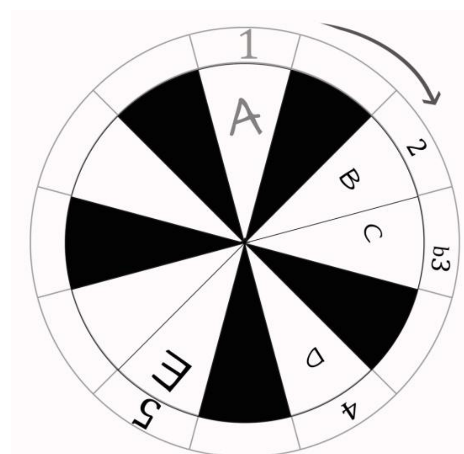
En el capítulo anterior hemos estudiado los intervalos en sentido ascendente. Es decir, desplegando desde la raíz las demás notas por encima siendo la fundamental la nota más grave. Sin embargo es muy frecuente que aparezcan notas por debajo de la fundamental.



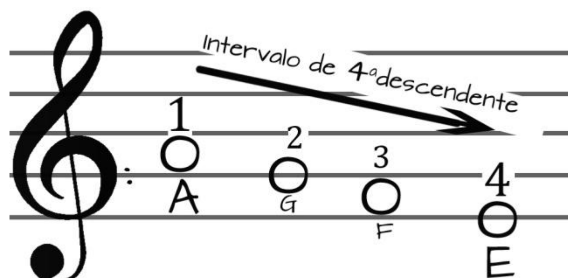
En el siguiente ejemplo situamos en primer lugar la nota **E´** por encima de **A**. A continuación, **A** mantiene su posición, pero **E** baja una octava y aparece por debajo.

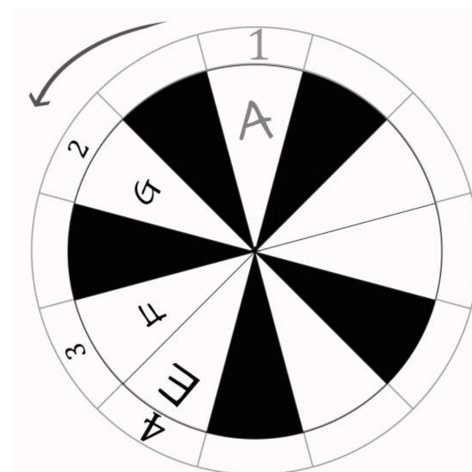
Desde **A** hasta **E´** contamos cinco notas en sentido ascendente, por eso decimos que **E´** es **intervalo de quinta ascendente** con respecto a **A**.





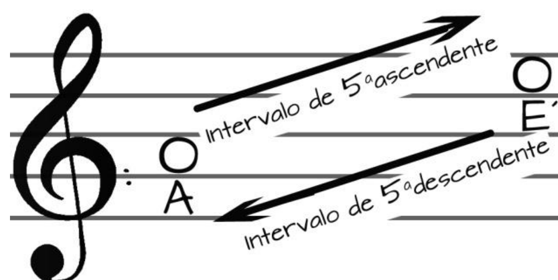
Pero cuando **E** aparece por debajo de **A** contamos cuatro notas en sentido descendente. **E** actúa como **intervalo de cuarta descendente** de **A**.

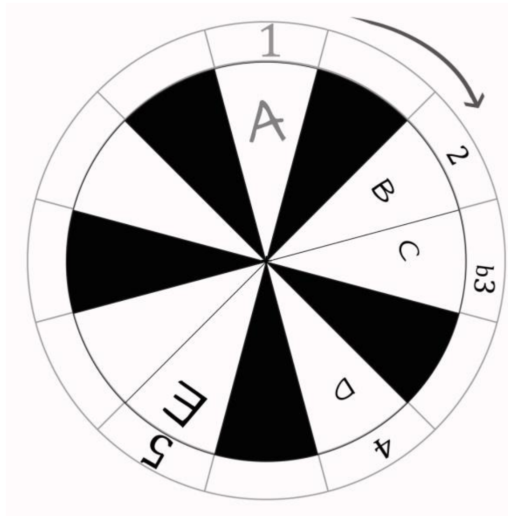


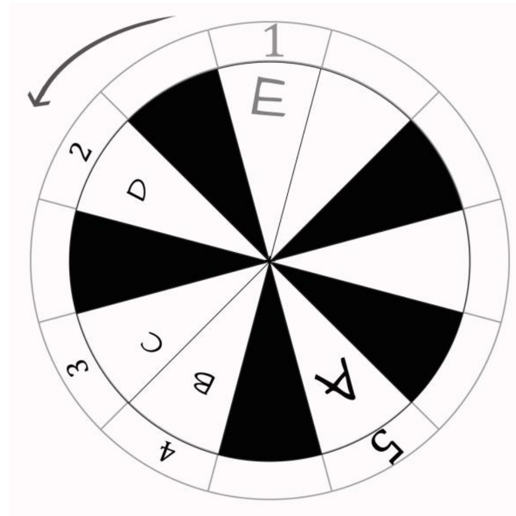


Lógicamente, la distancia que hay entre dos notas es la misma en sentido ascendente y descendente.

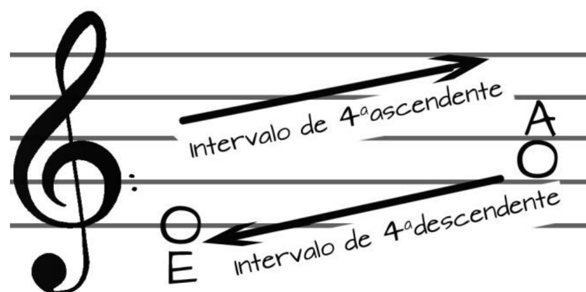
Por ejemplo: desde **A** hasta **E´** existe una distancia de **quinta ascendente**, mientras que desde **E´** hasta **A** existe una distancia de **quinta descendente.**

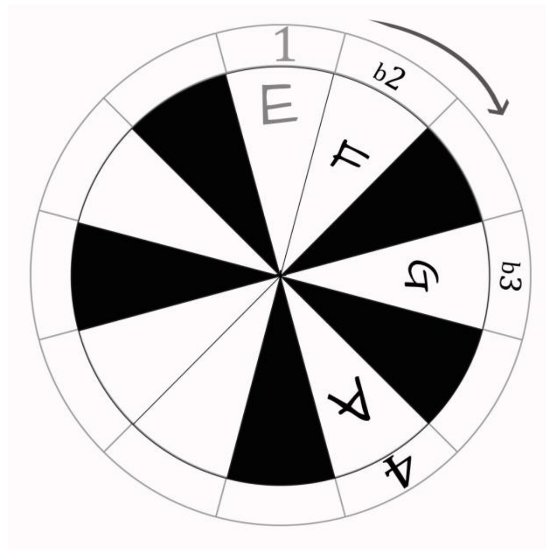


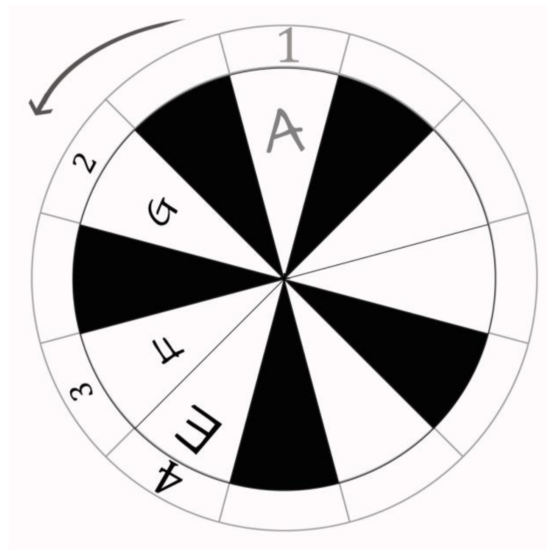




De la misma manera, desde **E** hasta **A** existe una distancia de **cuarta ascendente**, mientras que desde **A** hasta **E** existe una **cuarta descendente**.



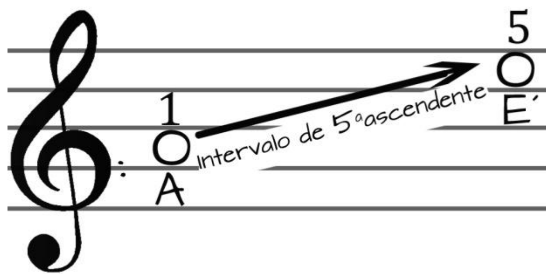




INTERVALOS INVERTIDOS

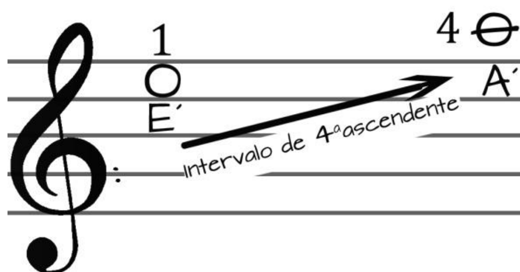
El concepto de **intervalos ascendentes y descendentes** se utiliza mucho en análisis melódico para matizar los movimientos que realizamos en una melodía. Pero en la formación de acordes y en el estudio de las escalas manejamos habitualmente el concepto de **intervalo invertido** para referirnos a los intervalos descendentes. La distancia entre dos notas se mide así siempre en sentido ascendente y si el intervalo aparece por debajo se entiende como una inversión.

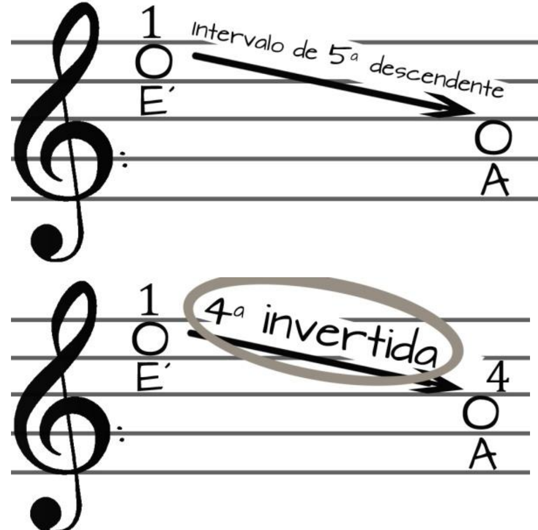
.





El intervalo de cuarta descendente podemos entenderlo como un **intervalo de quinta invertida.**



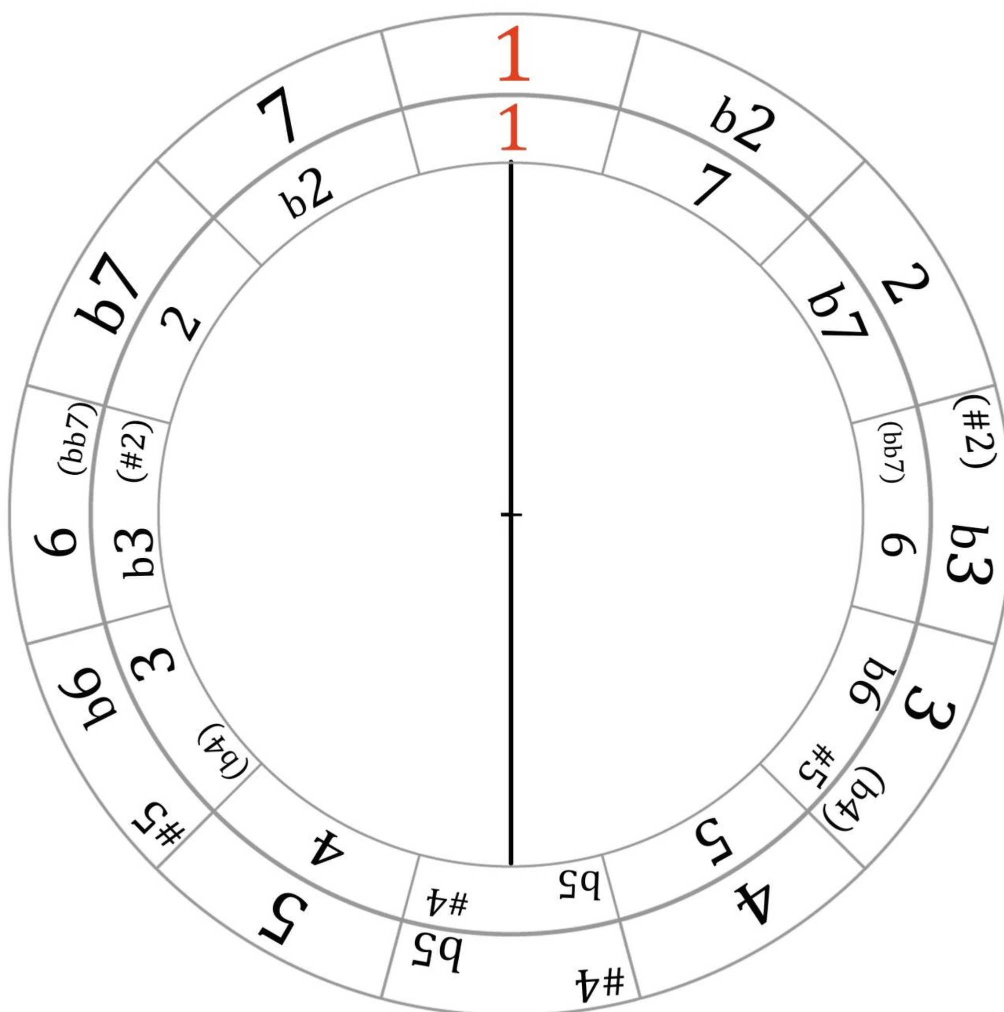


El intervalo de quinta descendente podemos entenderlo como un **intervalo de cuarta invertida**.

INTERVALOS COMPLEMENTARIOS

Cada intervalo ascendente está asociado a un determinado intervalo descendente. Se denominan **intervalos complementarios** a las parejas de intervalos que se relacionan entre sí de este modo.

En el siguiente gráfico situamos los intervalos en sentido ascendente en el círculo exterior y los intervalos en sentido descendente en el círculo interior.



Existe una clara simetría entre las dos mitades del círculo. Si trazamos una línea desde la raíz hasta la posición en la que coinciden los intervalos #4/b5 observamos una distribución en espejo. **Cada intervalo ascendente está asociado a un determinado intervalo descendente** siendo esta relación exactamente **idéntica en sentido inverso.**

Las parejas de **intervalos complementarios** son las siguientes:

A	#4	b5
	4	5
	b4	#5
B	3	b6
	b3	6
C	#2	bb7
	2	b7
	b2	7

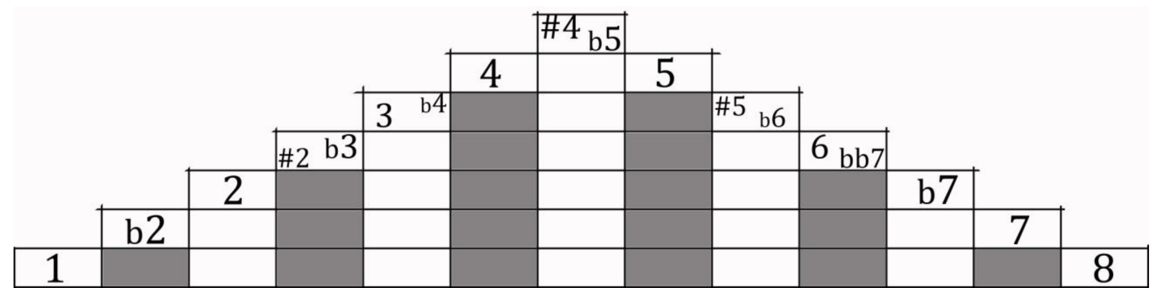
Existen **tres grupos** claramente diferenciados:

- **A.** Cuartas y quintas.
- **B.** Terceras y sextas.
- **C.** Segundas y séptimas.

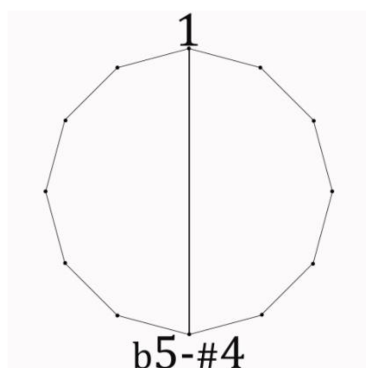
Los intervalos mayores quedan asociados a un intervalo menor y viceversa, los justos a otro justo y los disminuidos a un aumentado. La suma de dos intervalos complementarios da como resultado un intervalo de octava:

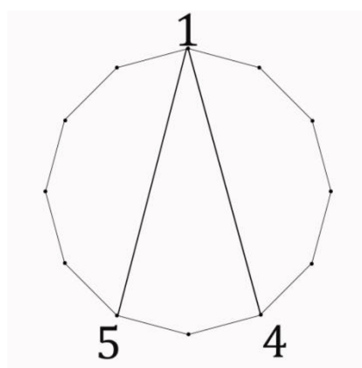
A	**C**	**F#**	**C´**	**C**	**Gb**	**C´**
	1	**#4**	8	1	**b5**	8
		1	**b5**		1	**#4**
	C	**F**	**C´**	**C**	**G**	**C´**
	1	**4**	8	1	**5**	8
		1	**5**		1	**4**
	C	**Fb**	**C´**	**C**	**G#**	**C´**
	1	**b4**	8	1	**#5**	8
		1	**#5**		1	**b4**
B	**C**	**E**	**C´**	**C**	**bA**	**C´**
	1	**3**	8	1	**b6**	8
		1	**b6**		1	**3**
	C	**Eb**	**C´**	**C**	**A**	**C´**
	1	**b3**	8	1	**6**	8
		1	**6**		1	**b3**
C	**C**	**D#**	**C´**	**C**	**Bbb**	**C´**
	1	**#2**	8	1	**bb7**	8
		1	**bb7**		1	**#2**
	C	**D**	**C´**	**C**	**Bb**	**C´**
	1	**2**	8	1	**b7**	8
		1	**b7**		1	**2**
	C	**Db**	**C´**	**C**	**B**	**C´**
	1	**b2**	8	1	**7**	8
		1	**7**		1	**b2**

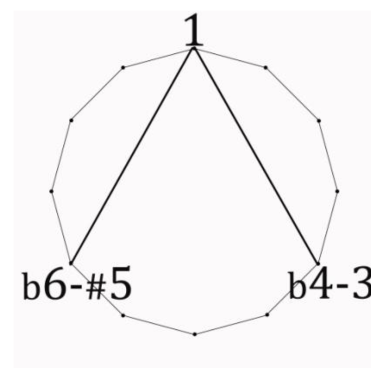
Los intervalos de cuarta aumentada **(#4)** y quinta disminuida (**b5**) Se encuentran a tres tonos de distancia de la fundamental dividiendo por la mitad los seis tonos que existen de distancia en un intervalo de octava. Los demás intervalos se reparten simétricamente a partir de esta división configurando un modelo piramidal.

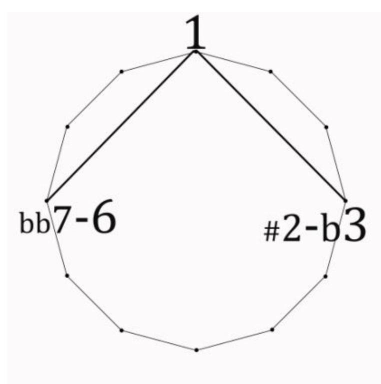


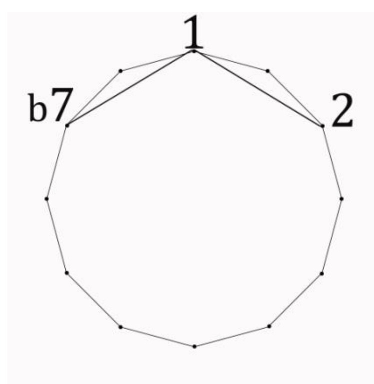
En la geometría del temperamento de doce sonidos los intervalos complementarios dan lugar a la aparición de diagonales simétricas con respecto al eje del dodecaedro:

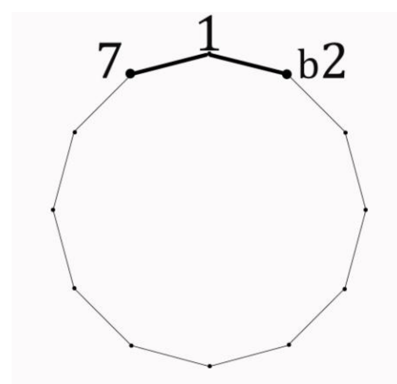






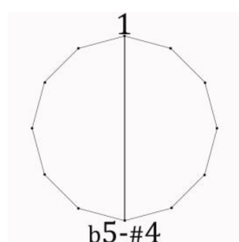




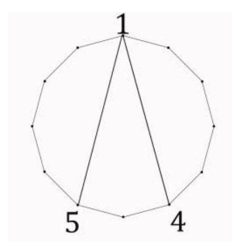


Los próximos capítulos están dedicados a la proporcionalidad de los intervalos temperados y de la serie armónica. Estudiaremos también cómo afectan las inversiones en ambos modelos. Después profundizaremos en las relaciones existentes entre los diferentes complementarios atendiendo a los aspectos que definen la identidad de cada intervalo.

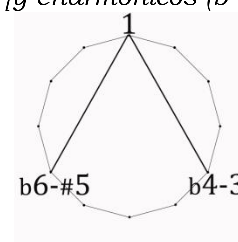
2.7- Intervalo de tritono



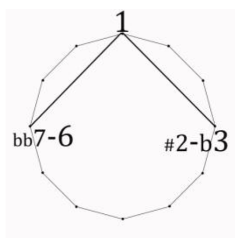
2.6- Quintas y cuartas



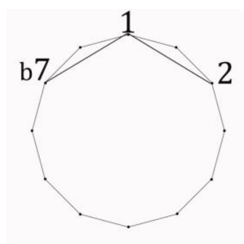
2.8- Tercera mayor, Sexta menor [y enarmónicos (b4-#5)]



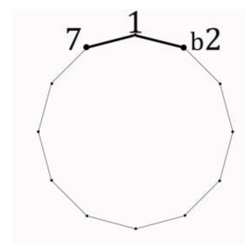
2.9- Tercera menor, Sexta mayor (y enarmónicos [#2-bb7)]



2.10- Séptima menor y Segunda mayor

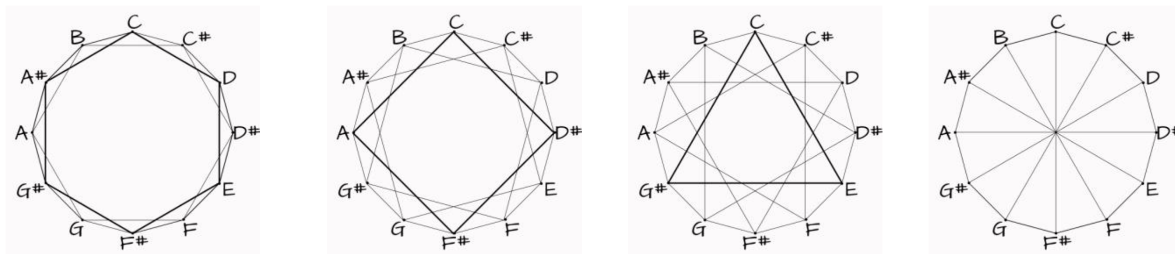


2.11- Séptima mayor y Segunda menor



2.3- COMPLEMENTARIOS EN LA GEOMETRÍA DEL TEMPERAMENTO IGUAL

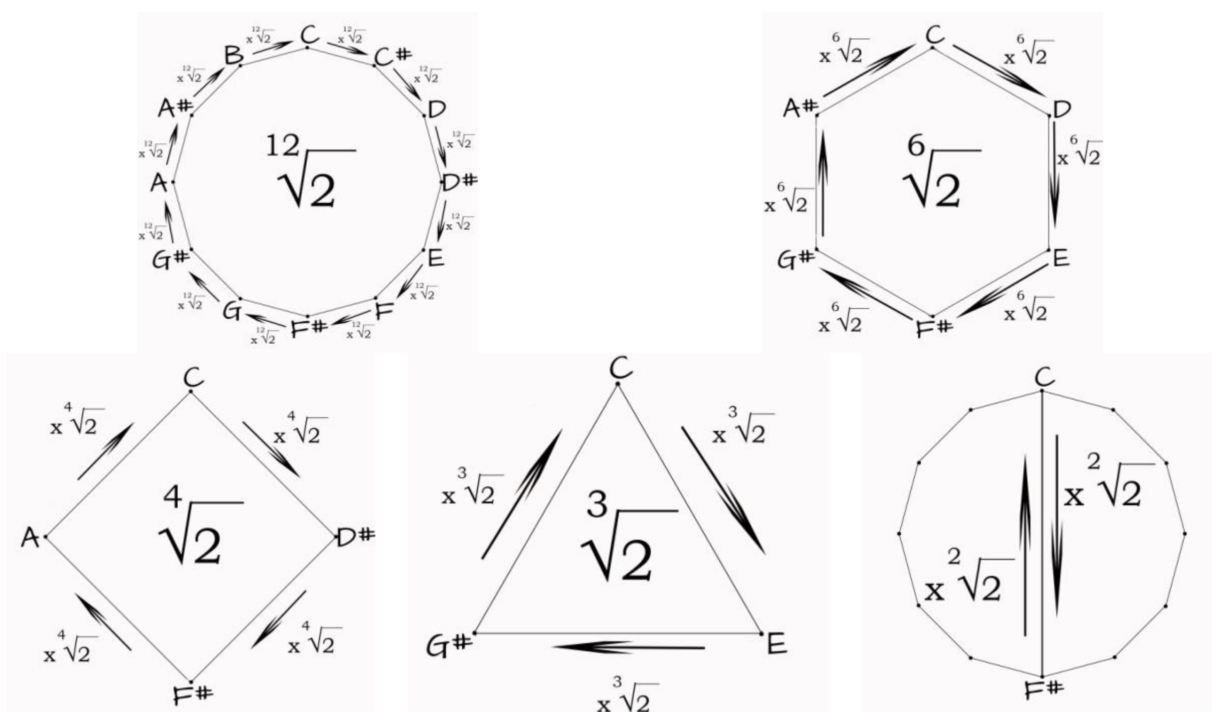
En el capítulo *"1.7- Geometria del temperamento igual"* estudiamos cómo este modelo de afinación configura un polígono regular de doce vértices al dividir el intervalo de octava en doce intervalos proporcionalmente iguales entre sí. El dodecágono resultante puede además ser descompuesto en dos hexágonos, tres cuadrados, cuatro triángulos equiláteros o seis diagonales principales.



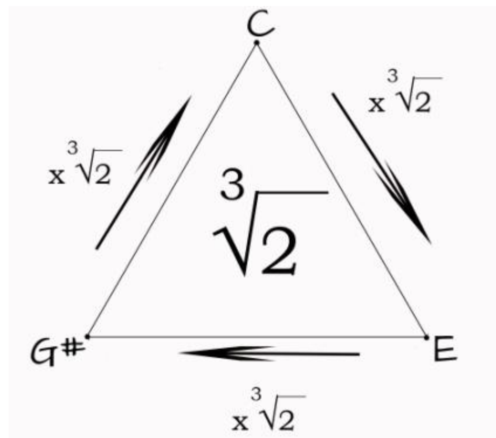
Las proporciones entre dos vértices se obtiene al multiplicar la frecuencia de uno de ellos por $\sqrt[x]{2}$



En la ecuación el radicando dos representa la proporción del intervalo de octava *(ya que este se obtiene al multiplicar por dos la frecuencia fundamental)* y el índice de la raíz representa el número de notas en los que se desea dividir el intervalo de octava.



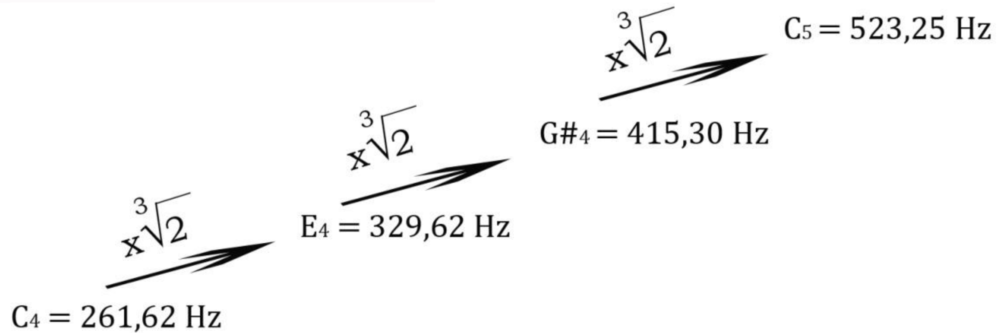
Multiplicando obtenemos las notas en sentido ascendente:



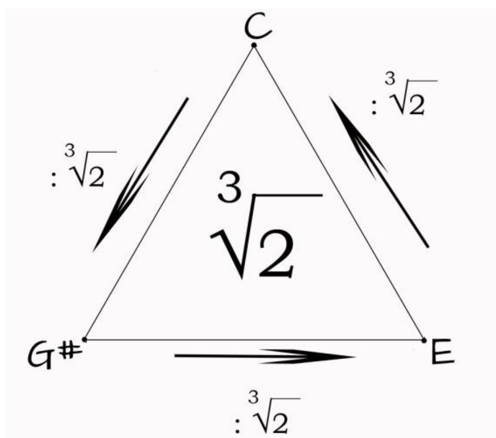
$$\mathbf{C_4 \times \sqrt[3]{2} = E_4}$$

$$\mathbf{E_4 \times \sqrt[3]{2} = G\#_4}$$

$$\mathbf{G\#_4 \times \sqrt[3]{2} = C_5}$$



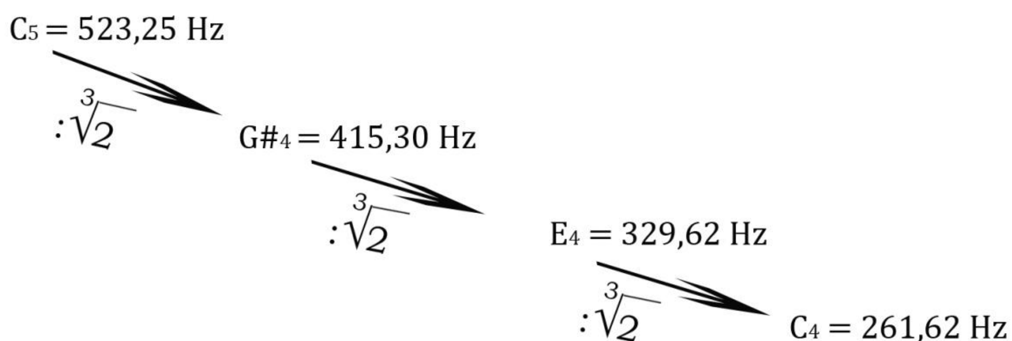
Al dividir invertimos el proceso y obtenemos los intervalos descendentes:



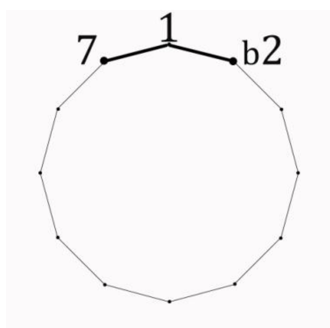
$$\mathbf{C_5 : \sqrt[3]{2} = G\#_4}$$

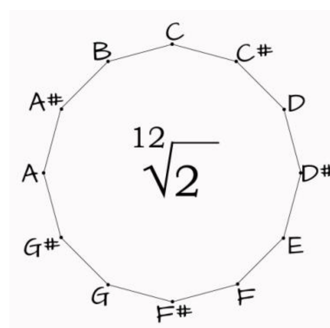
$$\mathbf{G\#_4 : \sqrt[3]{2} = E_4}$$

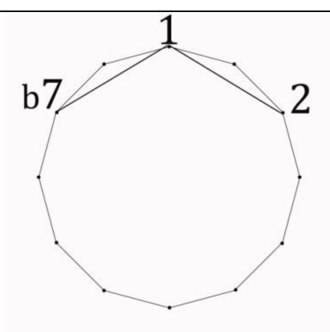
$$\mathbf{E_4 : \sqrt[3]{2} = C_4}$$

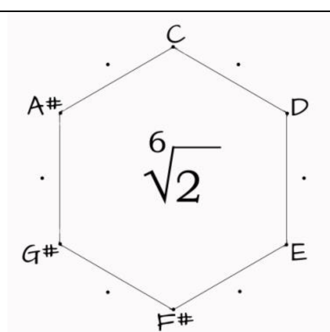


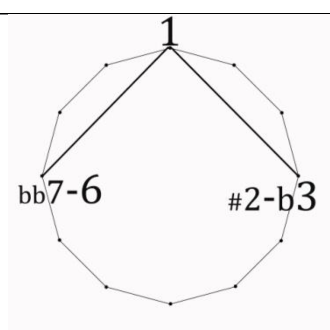
Comparando la ubicación de las parejas de intervalos complementarios con la geometría del temperamento igual podemos calcular la proporcionalidad de cada intervalo para este modelo de afinación.

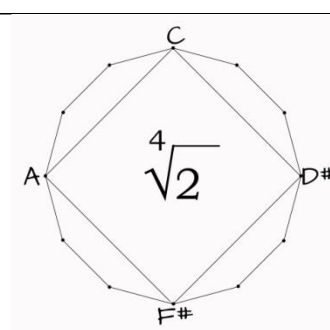


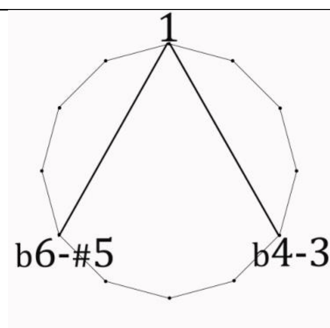


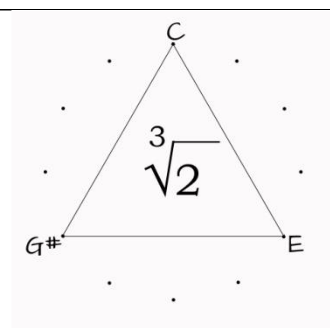


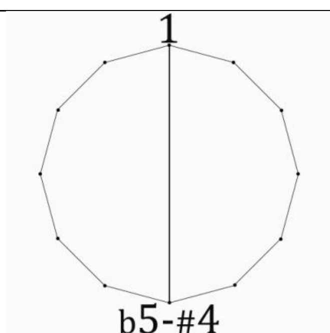


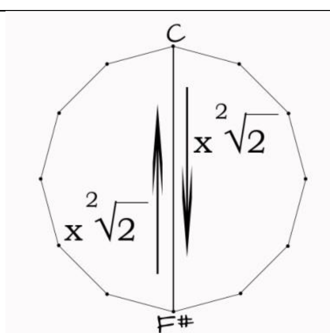


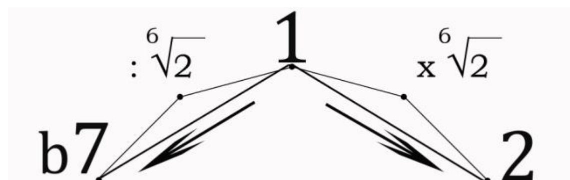












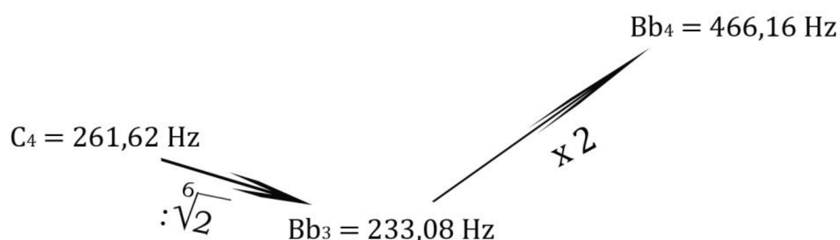
Por ejemplo, al multiplicar una frecuencia por la **raíz sexta de dos** obtenemos su intervalo de **segunda mayor**.

C	D
1	**2**
	$D_4 = C_4 \times \sqrt[6]{2}$
C_4= 261,62 Hz	D_4= 293,66 Hz

Para calcular la proporcionalidad de su intervalo complementario (**séptima menor- b7**) dividimos entre la **raíz sexta de dos** y después **multiplicamos por dos** (ya que la frecuencia obtenida es necesario subirla una octava).

$$C_4 : \sqrt[6]{2} = Bb_3$$

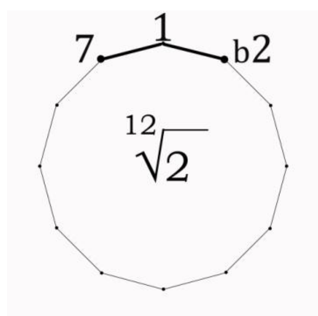
$$Bb_3 \times 2 = Bb_4$$



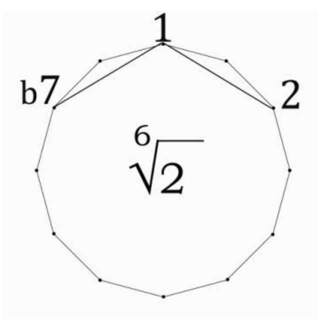
La proporcionalidad del intervalo de **séptima menor** en el sistema temperado es por lo tanto $\frac{2}{\sqrt[6]{2}}$

C	Bb
1	**b7**
	$Bb_4 = C_4 \times \frac{2}{\sqrt[6]{2}}$
C_4= 261,62 Hz	Bb_4= 466,16 Hz

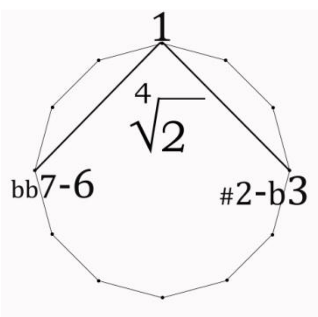
Aplicando este procedimiento a las otras parejas de intervalos complementarios calculamos cual es la proporcionalidad de cada intervalo en el sistema temperado:



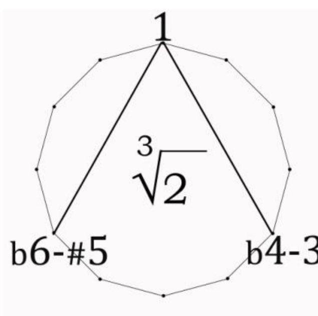
7	b2
Séptima mayor	Segunda menor
$\frac{2}{\sqrt[12]{2}}$	$\sqrt[12]{2}$



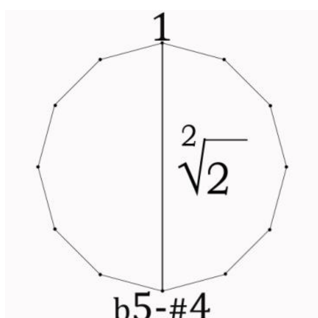
b7	2
Séptima menor	Segunda mayor
$\frac{2}{\sqrt[6]{2}}$	$\sqrt[6]{2}$



bb7-6	#2-b3
Sexta mayor *Séptima disminuida*	Tercera menor *Segunda aumentada*
$\frac{2}{\sqrt[4]{2}}$	$\sqrt[4]{2}$

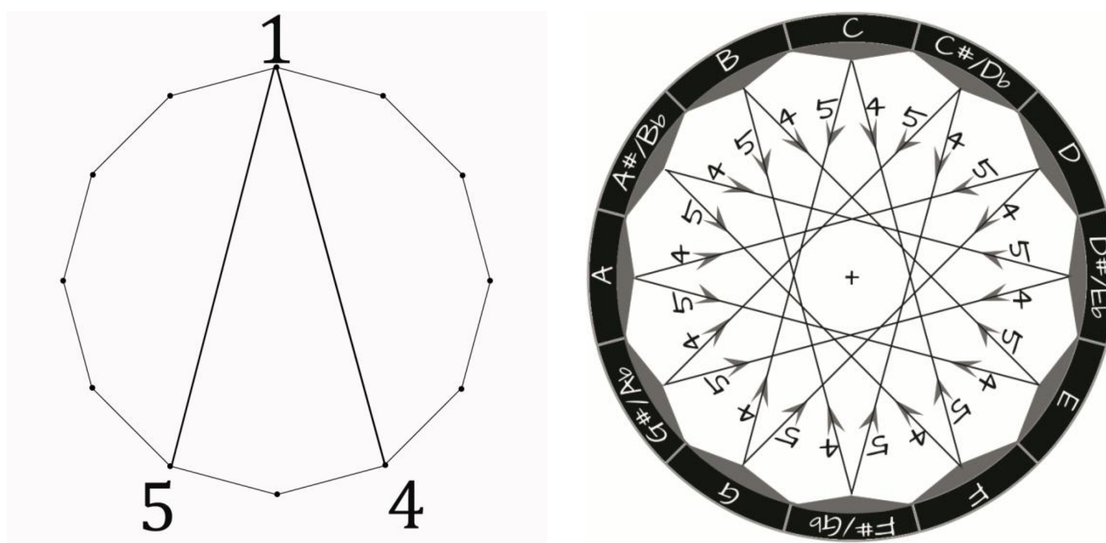


#5-b6	b4-3
Sexta menor *Quinta aumentada*	Tercera mayor *Cuarta disminuida*
$\frac{2}{\sqrt[3]{2}}$	$\sqrt[3]{2}$



#4-b5	#4-b5
Cuarta aumentada Quinta disminuida	Cuarta aumentada Quinta disminuida
$\frac{2}{\sqrt[2]{2}}$	$\sqrt[2]{2}$

La consecuencia geométrica de los intervalos de **cuarta y quinta** es la unión entre los doce vértices del dodecaedro formando una estrella de doce puntas. Esta figura representa el **círculo de cuartas y quintas** temperadas característica del temperamento igual.



El cálculo de la proporcionalidad de estos intervalos en el sistema temperado podemos realizarlo sabiendo cuántas octavas tiene de recorrido el círculo completo para después dividir este rango en doce partes proporcionalmente iguales.

Para calcular la proporción del **intervalo de cuarta** realizamos en primer lugar el círculo completo de cuartas a partir de la nota **C0**.

C0 - F0 - Bb0 - Eb1 - Ab1 - Db2 - Gb2/F#2 - B2 - E3 - A3 - D4 - G4 - C5

Desde **C0** hasta **C5** se cumplen **cinco octavas** de recorrido. Como ya sabemos, el crecimiento entre octavas es exponencial:

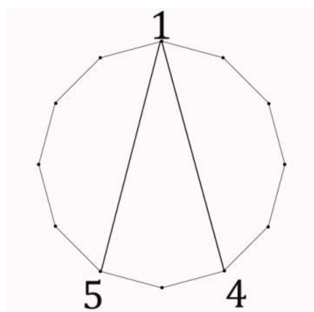
$$\text{Octava} = \mathbf{2}$$
$$2^{\text{a}}\ \text{Octava} = \mathbf{2^2} = 4$$
$$3^{\text{a}}\ \text{Octava} = \mathbf{2^3} = 8$$
$$4^{\text{a}}\ \text{Octava} = \mathbf{2^4} = 16$$
$$5^{\text{a}}\ \text{Octava} = \mathbf{2^5} = 32$$

Al aplicar la raíz duodécima sobre el valor del intervalo de la quinta octava obtenemos la **proporcionalidad del intervalo de cuarta** temperada:

$$\sqrt[12]{2^5}$$

C	F
1	**4**
	$F_4 = C_4 \times \sqrt[12]{2^5}$
C4= 261,62 Hz	**F4**= 349,22 Hz

Realizando la inversión del intervalo de cuarta podemos calcular la proporción del intervalo de quinta temperada.



5	4
Quinta	Cuarta
$\frac{2}{\sqrt[12]{2^5}}$	$\sqrt[12]{2^5}$

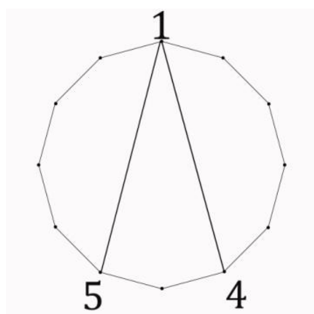
Pero también es posible calcular la proporcionalidad del intervalo de quinta como hemos hecho con el de cuarta.

C_0 - G_0 - D_1 - A_1 - E_2 - B_2 - F#$_3$ - C#$_4$ - G#$_5$ - D#$_5$ - A#$_5$ - E#$_6$/F_6 - C_7

En el círculo de quintas se necesitan **siete octavas** completas para completar el recorrido. Por lo tanto es posible calcular la **proporción del intervalo de quinta** temperada aplicando la raíz duodécima al valor de la séptima octava:

C	G
1	**5**
	$G_4 = C_4 \times \sqrt[12]{2^7}$
C_4= 261,62 Hz	G_4= 391,99 Hz

También realizando la inversión del intervalo de quinta podemos calcular la proporción del intervalo de cuarta temperada.



5	4
Quinta	Cuarta
$\sqrt[12]{2^7}$	$\frac{2}{\sqrt[12]{2^7}}$

En realidad la proporcionalidad de todos los intervalos del temperamento igual puede ser calculada sin necesidad de recurrir a la inversión de complementarios. Dividiendo el radicando doce de la raíz entre el número de semitonos que separan el intervalo de la tónica obtenemos su proporcionalidad:

Intervalo	$\sqrt[\frac{12}{semitonos}]{2}$	**Proporción (frecuencia)** [1]
b2	$\sqrt[12/1]{2}$	$\sqrt[12]{2}$
2	$\sqrt[12/2]{2}$	$\sqrt[6]{2}$
b3	$\sqrt[12/3]{2}$	$\sqrt[4]{2}$
3/b4	$\sqrt[12/4]{2}$	$\sqrt[3]{2}$
4	$\sqrt[12/5]{2}$	$\sqrt[12]{2^5}$
#4/b5	$\sqrt[12/6]{2}$	$\sqrt[2]{2}$
5	$\sqrt[12/7]{2}$	$\sqrt[12]{2^7}$
#5/b6	$\sqrt[12/8]{2} = \sqrt[3/2]{2}$	$\sqrt[3]{2^2}$
6/bb7	$\sqrt[12/9]{2} = \sqrt[4/3]{2}$	$\sqrt[4]{2^3}$
b7	$\sqrt[12/10]{2} = \sqrt[6/5]{2}$	$\sqrt[6]{2^5}$
7	$\sqrt[12/11]{2}$	$\sqrt[12]{2^{11}}$
8	$\sqrt[12/12]{2}$	**2**

En los casos en los que no es posible resolver la fracción con un número entero, el divisor del índice de la raíz nos indica cual es la **octava** que hemos de fraccionar en **x partes proporcionalmente iguales** para obtener la proporción del intervalo. [2]

$$\sqrt[x\ partes\ iguales]{2^{\ \boldsymbol{n^{o}}\ \textbf{de octava}}}$$

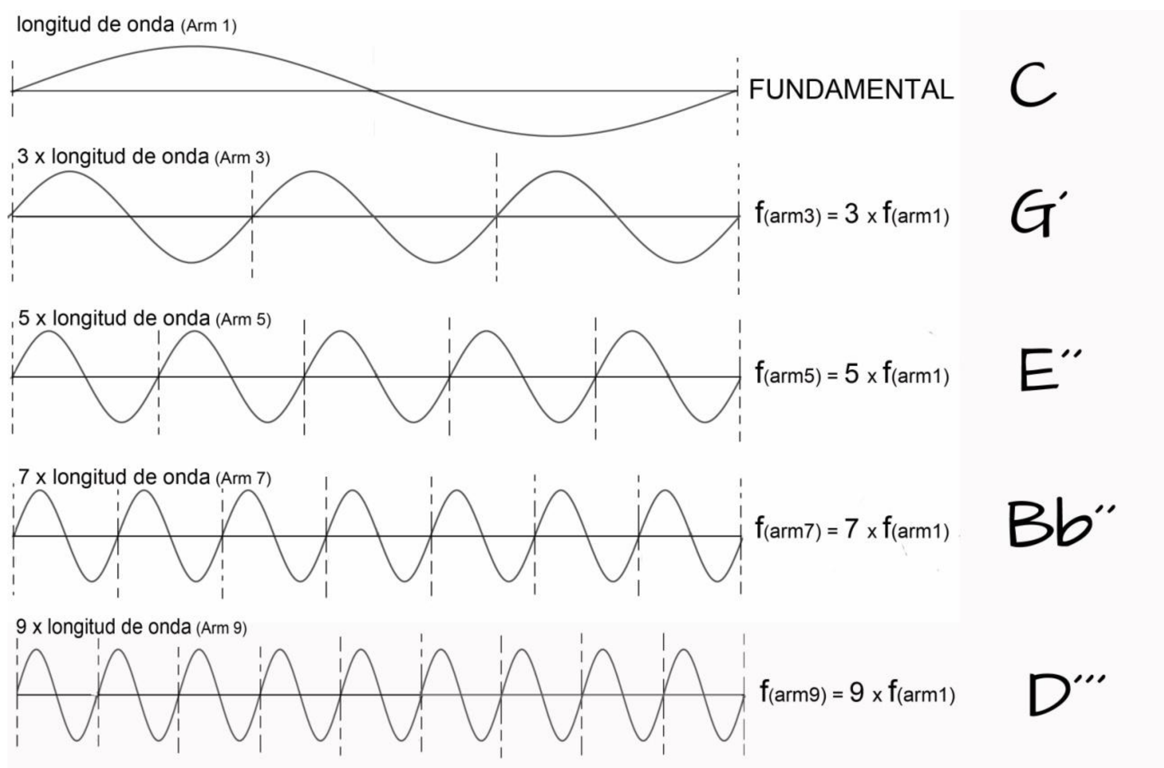
[1] Las proporciones definidas en este capítulo son expresadas en términos de frecuencia. Su aplicación en forma de longitud de onda ha de realizarse de manera inversamente proporcional, como se explica en el capítulo 6.5

[2] En el capítulo 7.9 profundizamos en la cuestión realizando una comparativa entre temperamento igual y ritmo. Creo que resulta más sencillo de entender así. Se recomienda su lectura para una mejor comprensión de estas proporciones.

2.4- INTERVALOS DE LA SERIE ARMÓNICA

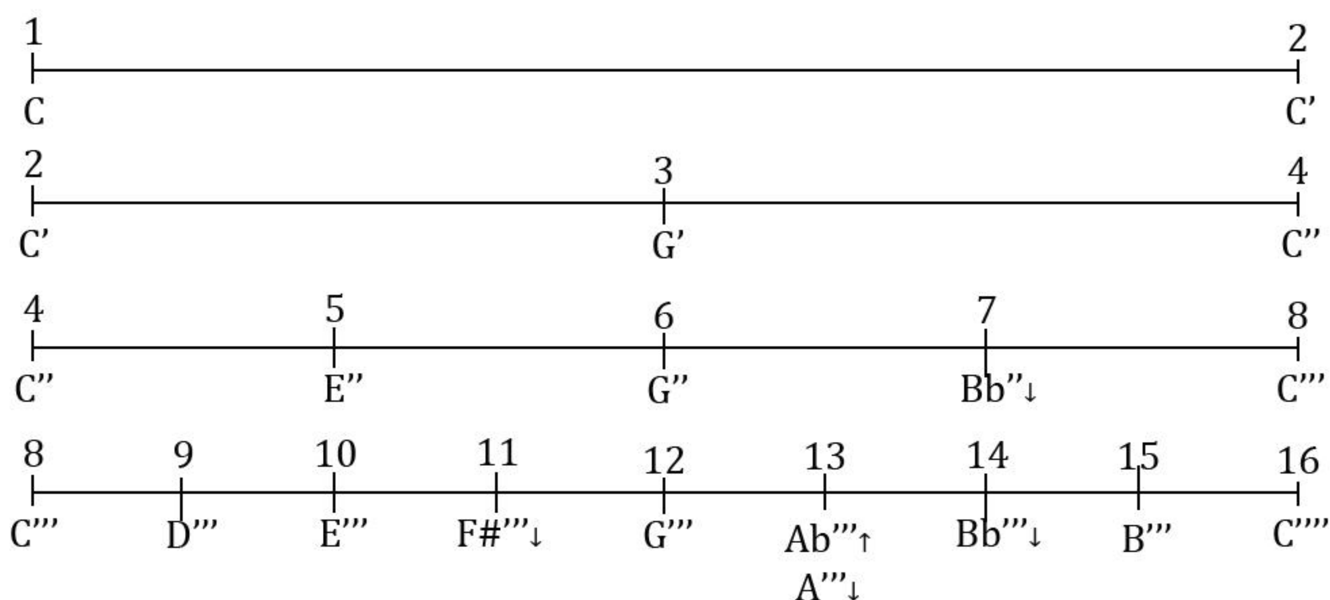
Como estudiamos en la primera parte, en la **serie armónica** derivada de los armónicos naturales que se producen en las ondas estacionarias, se genera una sucesión de intervalos proporcionales a la nota fundamental. Estos intervalos tienen valores aproximados con respecto a la afinación temperada.

Por cada armónico impar obtenemos una nueva nota, ya que los armónicos pares implican la duplicación de algún sonido anterior de la serie.



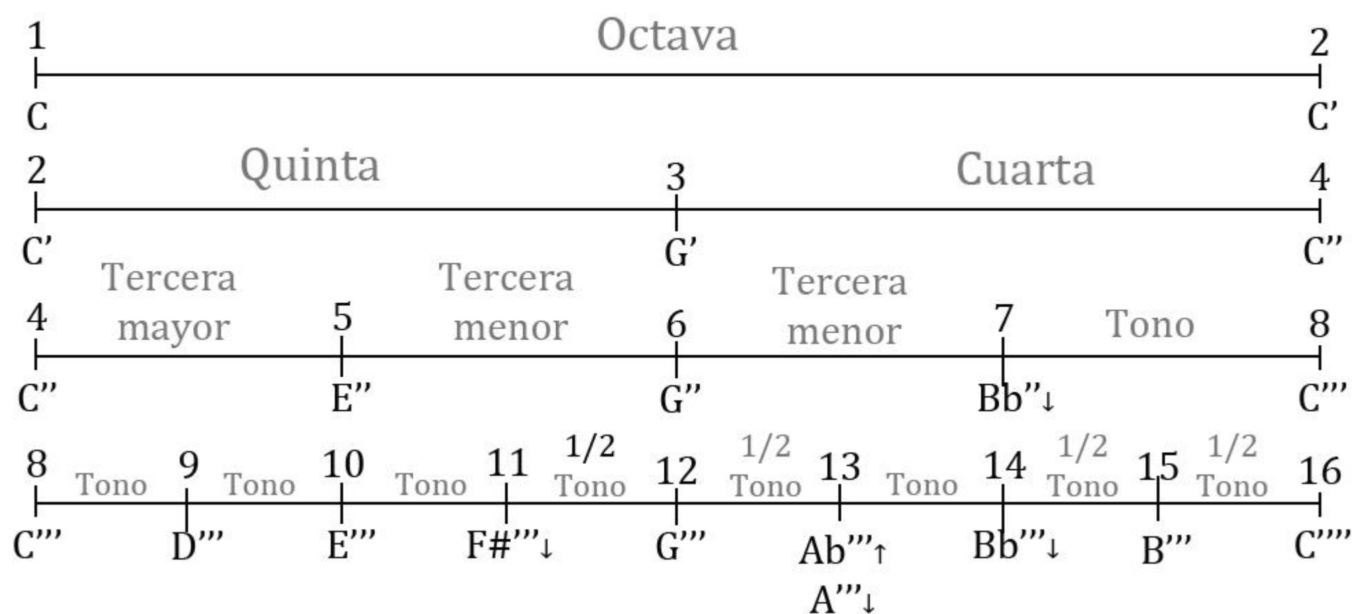
La secuencia es acumulativa a lo largo de las sucesivas octavas superiores. Cuando un sonido aparece por vez primera en la serie se repite octavado en forma de armónico par en los siguientes rangos, donde van apareciendo nuevos sonidos.

En la **serie armónica** los intervalos se ordenan de la siguiente manera:



Armónico		Intervalo	Nota (Ej: C)	Proporción (frecuencia)	Frecuencia (Ej:C3)
1		**1**	**C**	C	**C3**=130,80 Hz
2	(2 x 1)	**8**	**C´**	C x 2	261,60 Hz
3		**5**	**G´**	C x 3	392,40 Hz
4	(2 x 2)	**8**	**C´´**	C x 4	523,20 Hz
5		**3**	**E´´**	C x 5	654,00 Hz
6	(2 x 3)	**5**	**G´´**	C x 6	784,80 Hz
7		**b7↓**	**Bb´´↓**	C x 7	915,60 Hz
8	(2 x 4)	**8**	**C´´´**	C x 8	1046,40 Hz
9		**2**	**D´´´**	C x 9	1177,20 Hz
10	(2 x 5)	**3**	**E´´´**	C x 10	1308,00 Hz
11		**#4↓**	**F#´´´↓**	C x 11	1438,80 Hz
12	(2 x 6)	**5**	**G´´´**	C x 12	1569,60 Hz
13		**b6↑-6↓**	**Ab´´´↑-A´´´↓**	C x 13	1700,40 Hz
14	(2 x 7)	**b7↓**	**Bb´´´↓**	C x 14	1831,20 Hz
15		**7**	**B´´´**	C x 15	1962,00 Hz
16	(2 x 8)	**8**	**C´´´´**	C x 16	2092,80 Hz
17		**b2**	**Db´´´´**	C x 17	2223,60 Hz
18	(2 x9)	**2**	**D´´´´**	C x 18	2485,20 Hz
19		**b3**	**Eb´´´´**	C x 19	2485,20 Hz

Los saltos interválicos entre armónicos se van reduciendo a medida que avanzamos en la serie. El primer salto es de una octava(1-2), después se genera un salto de quinta(2-3) y otro de cuarta (3-4). tras un salto de tercera mayor (4-5) hay dos saltos consecutivos de tercera menor (5-6, 6-7). Desde el armónico 7 hasta el 11 los saltos son de un tono *(aunque estos no son homogéneos).* Hasta el 21 son aproximadamente de medio tono. A partir del 22 comienzan los cuartos de tono..



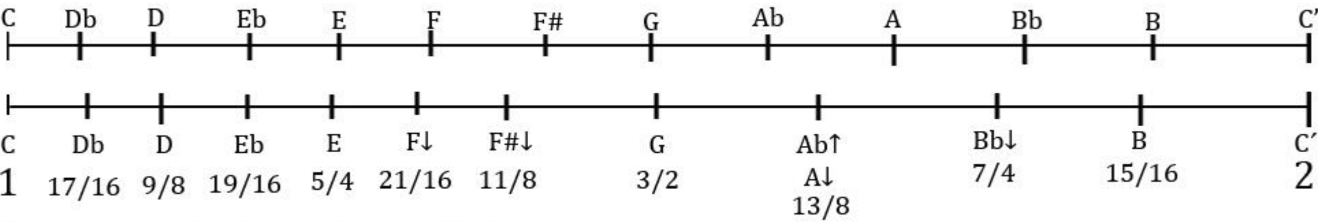
Para expresar la **proporción** de estos intervalos en el rango de una octava es necesario fraccionar. Dividimos entre dos para bajar una octava, entre cuatro para bajar dos octavas, entre ocho para bajar tres octavas...

Intervalo	Nota Ej: C	Armónico	Proporción *(frec)*
1	**C**	1	**1**
b2	**Db**	17	**17/16**
2	**D**	9	**9/8**
b3	**Eb**	19	**19/16**
3	**E**	5	**5/4**
#4↓	**F#↓**	11	**11/8**
5	**G**	3	**3/2**
6↓-b6↑	**A↓-Ab↑**	13	**13/8**
b7↓	**Bb↓**	7	**7/4**
7	**B**	15	**15/8**
8	**C'**	2	**2**

Al comparar las frecuencias obtenidas en la serie armónica con respecto a los intervalos en la afinación temperada apreciamos las diferencias.

Intervalo	Nota	Serie armónica		Afinación temperada	
	Ej:C	Proporción	Frec	Prop	Frec
1	**C**	**1**	**C3**=130,80 Hz	**1**	**C3**=130.80 Hz
b2	**Db**	**17/16**	138,97 Hz	$\sqrt[12]{2}$	**Db3**=138,59 Hz
2	**D**	**9/8**	147,15 Hz	$\sqrt[6]{2}$	**D3**=146,83 Hz
b3	**Eb**	**19/16**	155,32 Hz	$\sqrt[4]{2}$	**Eb3**=155,56 Hz
3	**E**	**5/4**	163,50 Hz	$\sqrt[3]{2}$	**E3**=164,81 Hz
4	**F**	**21/16**	171,675 Hz	$\sqrt[12]{2^5}$	**F3**=174,61 Hz
#4	**F#**	**11/8**	179,85 Hz	$\sqrt[2]{2}$	**F#3**=184,99 Hz
5	**G**	**3/2**	196,20 Hz	$\sqrt[12]{2^7}$	**G3**=195,99 Hz
b6-6	**Ab** **A**	**13/8**	212,55 Hz	$\sqrt[3]{2^2}$ $\sqrt[4]{2^3}$	**Ab3**=207,65 Hz **A3**=220,00 Hz
b7	**Bb**	**7/4**	228,90 Hz	$\sqrt[6]{2^5}$	**Bb3**=233,08 Hz
7	**B**	**15/8**	245,25 Hz	$\sqrt[12]{2^{11}}$	**B3**=246,94Hz
8	**C´**	**2**	261,60 Hz	**2**	**C4**=261,60 Hz

El **armónico 13** corresponde a una frecuencia intermedia comprendida entre los intervalos de sexta mayor y sexta menor temperada *(habitualmente se expresa como sexta menor, pues se aproxima más*). El valor del **armónico 11** es notablemente más bajo con respecto al valor del intervalo de tritono en la afinación temperada. Sucede de forma parecida con los armónicos **7** y **21**, que también se quedan notablemente por debajo de sus relativos temperados de séptima menor y cuarta justa. [1]



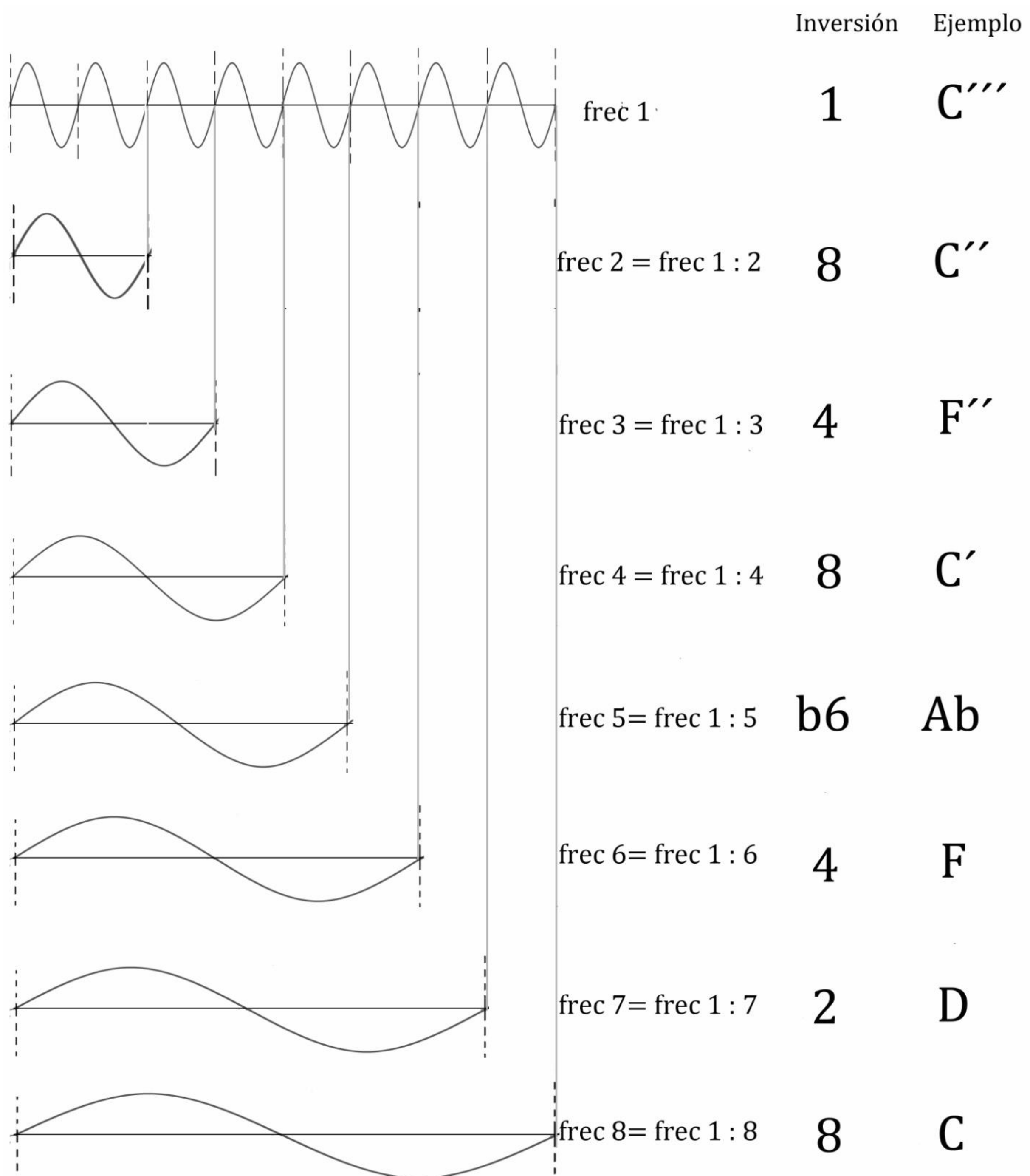
[1] Proporciones definidas en términos de frecuencia. La inversión de las mismas permite calcular sus respectivas longitudes de onda al ser estas magnitudes inversamente proporcionales (ver cap 6.5)

2.5- SERIE ARMÓNICA INVERTIDA

De forma complementaria a la serie armónica se desarrolla la **serie armónica invertida** *(también conocida como serie subarmónica).* Esta serie surge al invertir la proporcionalidad de los intervalos de la serie armónica.

Las inversiones se generan por la división de la frecuencia fundamental *(en lugar de por su multiplicación).* De este modo multiplicamos simultaneamente su longitud de onda en lugar de fraccionarla *(por ser longitud de onda y frecuencia magnitudes inversamente proporcionales).*

En consecuencia, partiendo de un sonido obtenemos nuevos sonidos progresivamente más graves, *(al revés de como sucede en la serie natural).* Los intervalos obtenidos son los mismos que en la serie natural pero descendentes en lugar de ascendentes, por lo que también pueden ser expresados como **inversiones** utilizando el nombre de sus respectivos complementarios.

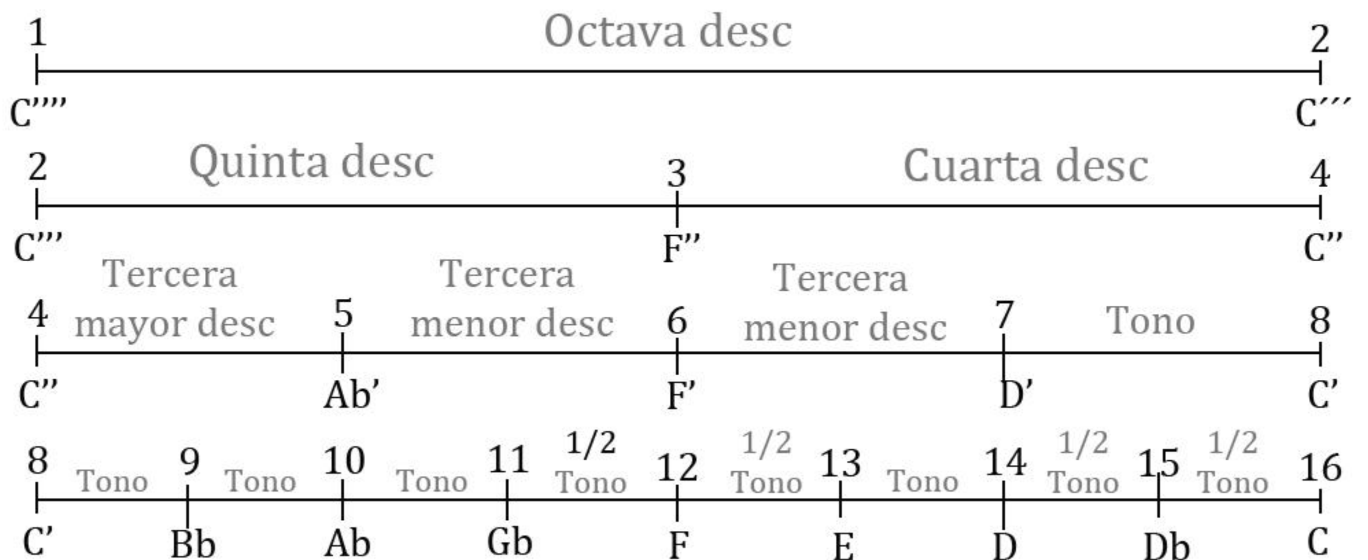


Serie armónica	C	C	G	C	E	G	Bb	C	D	E	F#	G	Ab	Bb	B	C
Intervalo	**1**	**8**	**5**	**8**	**3**	**5**	**b7**	**8**	**2**	**3**	**#4**	**5**	**b6**	**b7**	**7**	**8**
Posición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Inversión	**1**	**8**	**4**	**8**	**b6**	**4**	**2**	**8**	**b7**	**b6**	**b5**	**4**	**3**	**2**	**b2**	**8**
Serie subarmónica	C	C	F	C	Ab	F	D	C	Bb	Ab	Gb	F	E	D	Db	C

El desarrollo de la serie subarmónica es por lo tanto muy similar a la serie natural. La secuencia es acumulativa a lo largo de las sucesivas octavas inferiores. Cuando un sonido aparece por vez primera en la serie se repite suboctavado en los siguientes rangos, donde van apareciendo nuevos sonidos.

Subarmónico	**Intervalo descendente**	**Inversión**	**Nota (Ej: C)**	**Proporción *(frec)***	**Frecuencia (Ej:C3)**
1	**1**	**1**	**C'''''**	C	**C8**=4186 Hz
2	**8**	**8**	**C''''**	C : 2	2043 Hz
3	**5**	**4**	**F'''**	C : 3	1395,33 Hz
4	**8**	**8**	**C'''**	C : 4	1046,50 Hz
5	**3**	**b6**	**Ab''**	C : 5	837,20 Hz
6	**5**	**4**	**F''**	C : 6	697,66 Hz
7	**b7↓**	**2**	**D''↓**	C : 7	598,00 Hz
8	**8**	**8**	**C''**	C : 8	523,25 Hz
9	**2**	**b7**	**Bb'**	C : 9	465,11 Hz
10	**3**	**b6**	**Ab'**	C : 10	418,60 Hz
11	**#4↓**	**b5**	**Gb'↓**	C : 11	380,54 Hz
12	**5**	**4**	**F'**	C : 12	348,83 Hz
13	**b6↑-6↓**	**3-b3**	**E'↑-Eb´↓**	C : 13	322,00 Hz
14	**b7↓**	**2**	**D´↓**	C : 14	299,00 Hz
15	**7**	**b2**	**Db´**	C : 15	279,06 Hz
16	**8**	**8**	**C'**	C : 16	261,62 Hz
17	**b2**	**7**	**B**	C : 17	246,23 Hz
18	**2**	**b7**	**Bb**	C : 18	232,51 Hz
19	**b3**	**6**	**A**	C : 19	220,31 Hz

Los saltos entre los intervalos de la serie son los mismos que en la serie natural, pero en sentido descendente.



Los intervalos de la serie subarmónica pueden ser expresados en el rango de una octava descendente al invertir las fracciones de los intervalos que estudiamos en el capítulo anterior para la serie natural.

Intervalos serie armónica		
Intervalo	**Nota**	**Proporción** *(frec)*
1	C'	1
b2	Db'	17/16
2	D'	9/8
b3	Eb'	19/16
3	E'	5/4
4↓	F'↓	21/16
#4↓	F#'↓	11/8
5	G'	3/2
b6↑	Ab'↑	
6↓	A'↓	13/8
b7↓	Bb'↓	7/4
7	B'	15/8
8	C''	2

Inversiones serie subarmónica		
Inversión	**Nota**	**Proporción** *(frec)*
8	C'	1
7	B	16/17
b7	Bb	8/9
6	A	16/19
b6	Ab	4/5
5↑	G↑	16/21
b5↑	Gb↑	8/11
4	F	2/3
3↓	E↓	
b3↑	Eb↑	8/13
2↑	D↑	4/7
b2	Db	8/15
1	C	1/2

Obtenemos los intervalos de la serie subarmónica en sentido ascendente al multiplicarlos por dos *(ya que esto supone ascender de octava).*

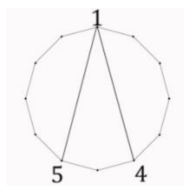
Serie subarmónica ascendente		
Intervalo	**Nota**	**Proporción** ***(frec)***
8	C''	2
7	B'	32/17
b7	Bb'	16/9
6	A'	32/19
b6	Ab'	8/5
5↑	G'↑	32/21
b5↑	Gb'↑	16/11
4	F'	4/3
3↓	E'↓	
b3↑	Eb'↑	16/13
2↑	D'↑	8/7
b2	Db'	16/15
1	C'	1

De este modo, cada intervalo puede ser expresado a partir de dos proporciones perfectas *(la obtenida a partir de la serie armónica y la obtenida a partir de la serie subarmónica)*. Los dos resultados para cada intervalo no van a coincidir de manera exacta en ningún caso como sí sucede entre complementarios del temperamento igual. Esto ocurre porque las proporciones de cada intervalo han sido calculadas a partir de dos armónicos diferentes. Los armónicos suponen una aproximación a las notas del temperamento igual, pero siempre existe alguna desviación. [1]

1	**b2**	**2**	**b3**	**3**	**4**	**#4/b5**	**5**	**b6**	**6**	**b7**	**7**	**8**
C	**Db**	**D**	**Eb**	**E**	**F**	**F#/Gb**	**G**	**Ab**	**A**	**Bb**	**B**	**C'**
1	17/16	9/8	19/16	5/4	21/16	11/8	3/2	13/8		7/4	15/8	2
1	16/15	8/7	16/13		4/3	16/11	32/21	8/5	32/19	16/9	32/17	2

[1] Proporciones en términos de frecuencia. Longitudes de onda de manera invertida. (ver cap 6.5)

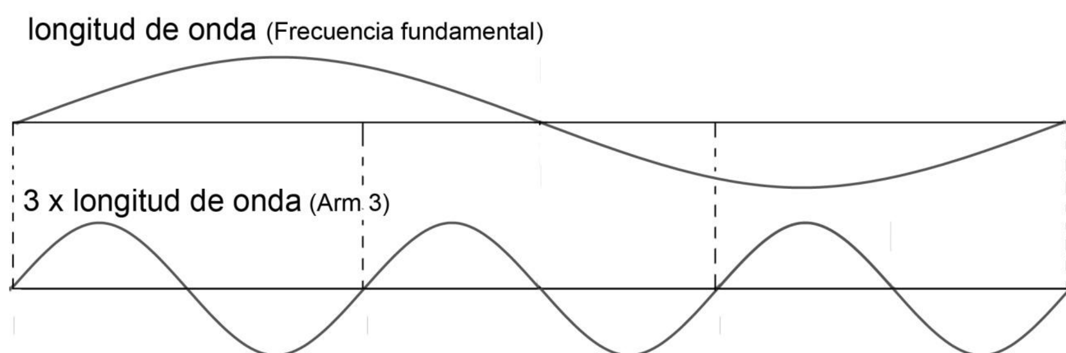
2.6- QUINTAS Y CUARTAS



INTERVALO DE QUINTA

Después del intervalo de octava es el **intervalo de quinta** el que mayor consonancia ejerce sobre la nota fundamental. Al combinar ambas se genera la sensación de aumentar la sonoridad y la resonancia. Esto se debe a la relación existente entre el intervalo de quinta con respecto al **tercer armónico** de la nota fundamental.

Como vimos en la primera parte de este estudio, la longitud de onda del tercer armónico es tres veces más pequeña que la de la frecuencia fundamental, por lo tanto su frecuencia es el triple.



La **frecuencia del tercer armónico** se corresponde con el **intervalo de quinta** en el registro de la segunda octava.

C x 3 = G´

C	D	E	F	G	A	B	C´	D´	E´	F´	**G´**
1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	**5**
130,80 Hz											392,40 Hz

Como ya sabemos, existe una ligera diferencia entre el valor relativo al tercer armónico y la quinta temperada.

C3**=** 130,80 Hz	**Serie armónica**	**G** = C x **3/2 =** 196,20 Hz
	Afinación temperada	**G**3 = 195,99 Hz

INTERVALO DE CUARTA

El **intervalo de cuarta** es el **complementario** de la quinta. La distancia que hay entre el intervalo de quinta y el de octava es una de cuarta.



C	G	C´
1	**5**	8
	1	**4**

Igualmente, la distancia entre el intervalo de cuarta y el de octava es de una quinta.



C	F	C´
1	**4**	8
	1	**5**

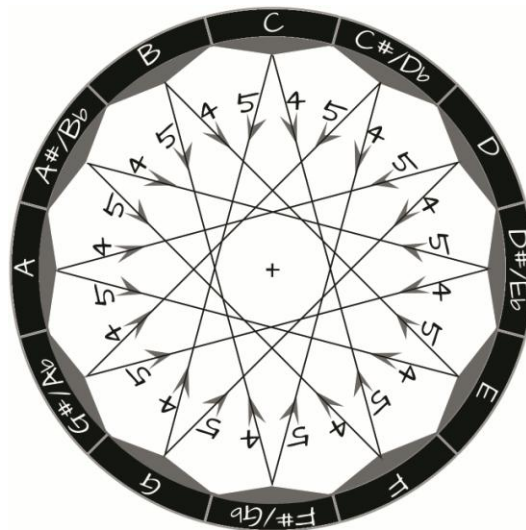
Al invertir la proporcionalidad del intervalo de quinta obtenemos la proporción del intervalo de cuarta. Por lo tanto el intervalo de cuarta se corresponde con el tercer subarmónico, cuyo valor relativo es muy aproximado con respecto a la cuarta temperada.

C_3= 130,80 Hz	**Serie armónica invertida**	**F** = C x **4/3** = 174,40 Hz
	Afinación temperada	**F_3** = 174,61 Hz

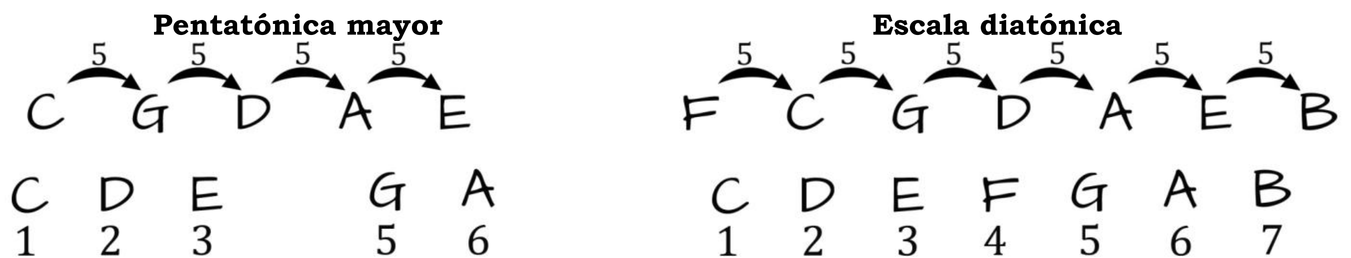
EL CÍRCULO DE QUINTAS Y CUARTAS

La diferencia que existe entre las quintas perfectas y las quintas temperadas es muy leve. Lo cierto es que las quintas temperadas pierden consonancia y sonoridad frente a las quintas perfectas, sin embargo el modelo temperado de doce sonidos permite unir las doce notas en un **círculo de quintas** proporcionalmente iguales entre sí, lo cual favorece la posibilidad de tocar en todas las tonalidades. Tras una serie de doce quintas temperadas consecutivas el círculo se cierra volviendo a la nota de origen.

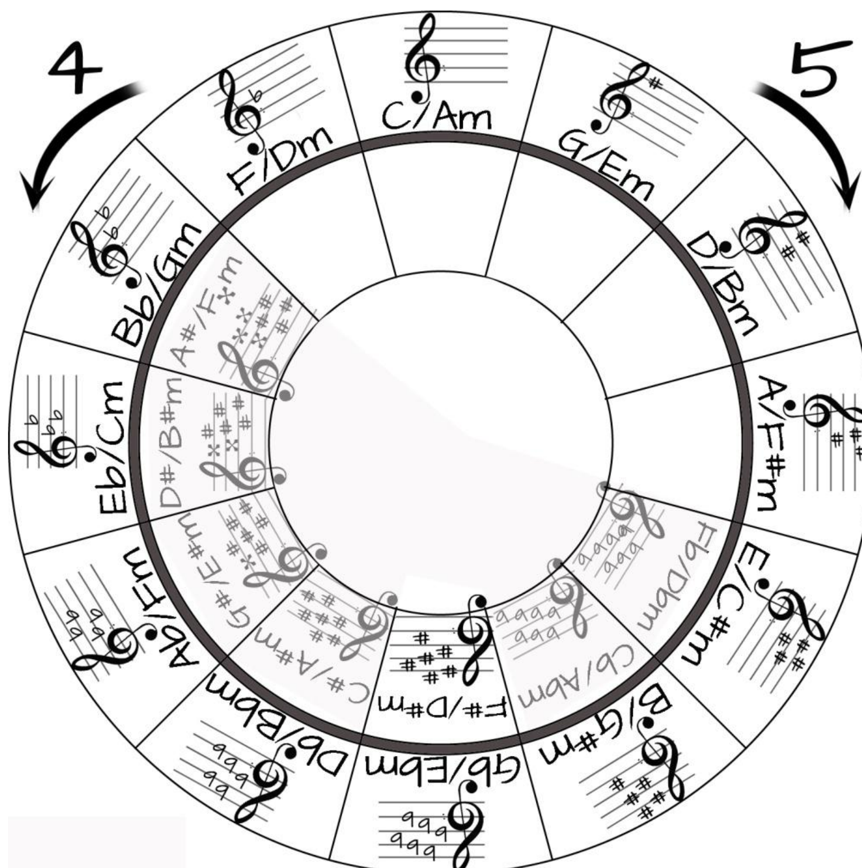
Dada la relación existente entre quintas y cuartas, el círculo de quintas en sentido inverso da lugar al **círculo de cuartas**. Tras una serie de doce cuartas temperadas consecutivas el círculo se cierra volviendo a la nota de origen.



Las cinco primeras notas del círculo de quintas dan lugar a la escala **pentatónica mayor** y de las siete primeras se obtiene la **escala diatónica.** [1]



Las **tonalidades** también se ordenan siguiendo el patrón del círculo de quintas y cuartas.

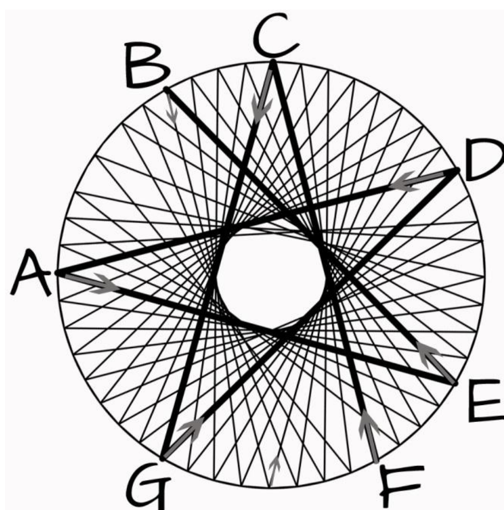


[1] Repaso del capítulo 1.4

Igualmente la secuencia acumulativa de **las alteraciones en la armadura** para las diferentes tonalidades sigue el patrón del círculo de quintas y cuartas. Desde F# los sostenidos van apareciendo por intervalos de quinta. El orden resultante es el siguiente: "F#,C#,G#,D#,A#,E#,B#". A partir del octavo sostenido aparecen los sostenidos dobles y se repite la secuencia anterior. Los bemoles aparecen por intervalos de cuarta y el orden resultante es exactamente el inverso con respecto a la secuencia de sostenidos: "Bb,Eb,Ab,Db,Gb,Cb,Fb".]

El **círculo de quintas temperadas** permite transportar y tocar en todas las tonalidades con una afinación estable. Con las **quintas perfectas** esto no es posible. Tras una serie de doce quintas perfectas el resultado es una frecuencia aproximadamente un cuarto de tono por encima de la original.

Círculo de quintas naturales

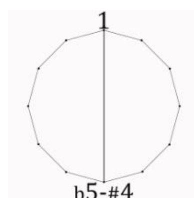


Tras una serie de 53 sonidos el resultado se aproxima bastante, sin embargo al no existir coincidencia matemática entre la serie de octavas y la de quintas el círculo de quintas perfectas nunca llega a cerrarse. Con los doce primeros sonidos de la espiral se genera una quinta muy desafinada entre el último sonido de la serie y el primero. Este intervalo es conocido como la "**quinta del lobo**" ya que su sonido es estridente como el aullido de un lobo.

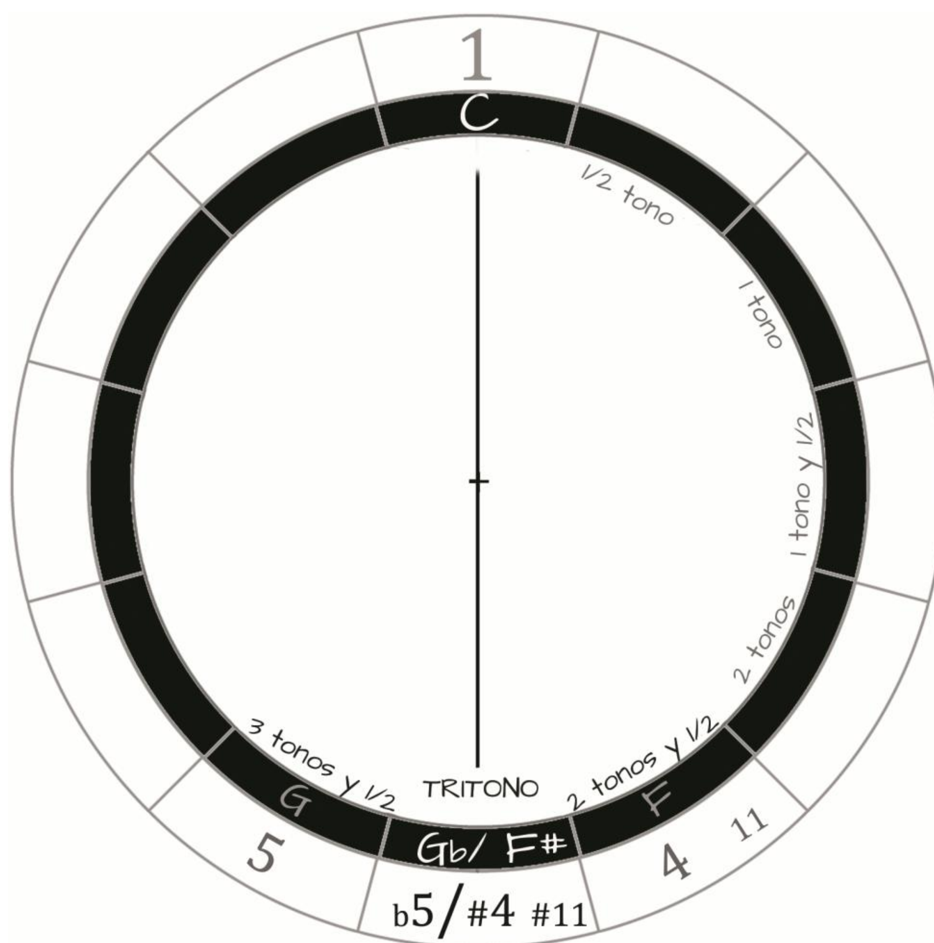
Durante el periodo renacentista y barroco se desarrollan diferentes sistemas de afinación en busca de un modelo con doce sonidos válido para tocar en todas las tonalidades. Dividiendo el intervalo de una octava en doce semitonos proporcionalmente iguales entre sí se consigue la proporcionalidad igual de todos los intervalos de quinta. La quinta temperada es ligeramente más baja que la quinta natural, pero sirve para compensar los desajustes de la espiral de quintas perfectas y conseguir así un modelo circular. [2]

[2] Repaso de los capítulos 1.4, 1.5 y 1.6

2.7- INTERVALO DE TRITONO



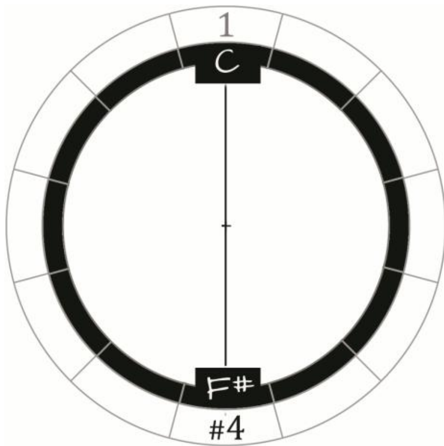
El intervalo de cuarta se encuentra a dos tonos y medio de la fundamental. El intervalo de quinta a tres tonos y medio. A medio camino entre estos dos nos encontramos con el **intervalo de tritono** (así llamado por encontrarse a tres tonos de la fundamental). Según el contexto armónico se entiende como una quinta disminuida **(b5)** o como una cuarta aumentada **(#4)** *(Intervalos enarmónicos)*. También a veces como undécima aumentada **(#11)**.

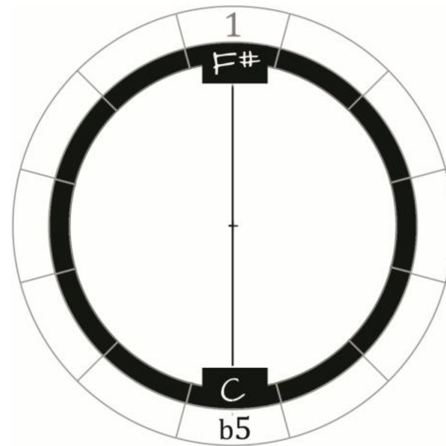


En armonía moderna, el **tritono** se suele utilizar como elemento tensionador. En los cantos religiosos de la Edad Media era conocido como "*Diabolus in Musica*" y se evitaba su uso por su naturaleza "*satánica*".

En el sistema temperado el intervalo de octava es dividido en doce semitonos proporcionalmente iguales entre sí. El tritono se encuentra justamente en la mitad, a seis semitonos temperados de la fundamental, por lo tanto el tritono divide el intervalo de octava en dos mitades proporcionalmente iguales entre sí.

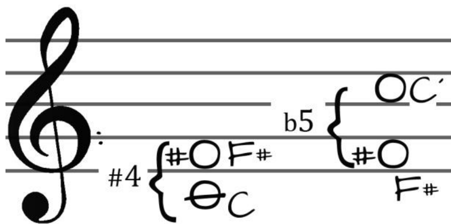
La distancia que existe entre una nota y su tritono es proporcionalmente igual a la distancia existente entre este intervalo y la octava de la nota original.





Los intervalos de **cuarta aumentada** (#4) y **quinta disminuida** (b5), además de enarmónicos, también son **intervalos complementarios**. *(Es el único caso en el que se dan ambas condiciones).*

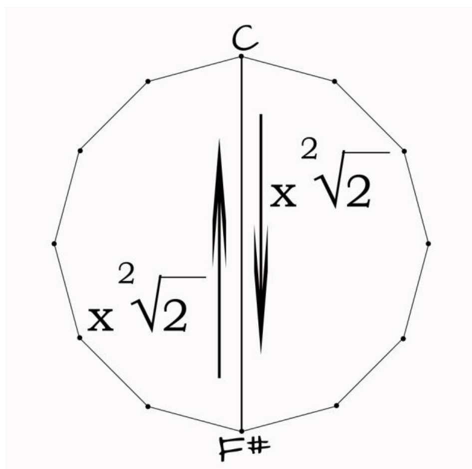
C	F#	C´
1	**#4**	8
	1	**b5**



F# es cuarta aumentada de **C** mientras que **C´** es quinta disminuida de **F#**.

En ambos casos se produce un intervalo de **tritono**.

Hemos estudiado en capítulos anteriores la proporcionalidad del intervalo de tritono en el sistema temperado. Al multiplicar una frecuencia por **la raíz cuadrada de dos** obtenemos el valor de su intervalo de **tritono**. Si repetimos la operación con la frecuencia obtenida el resultado será el doble de la frecuencia inicial, es decir la misma nota una octava por arriba.



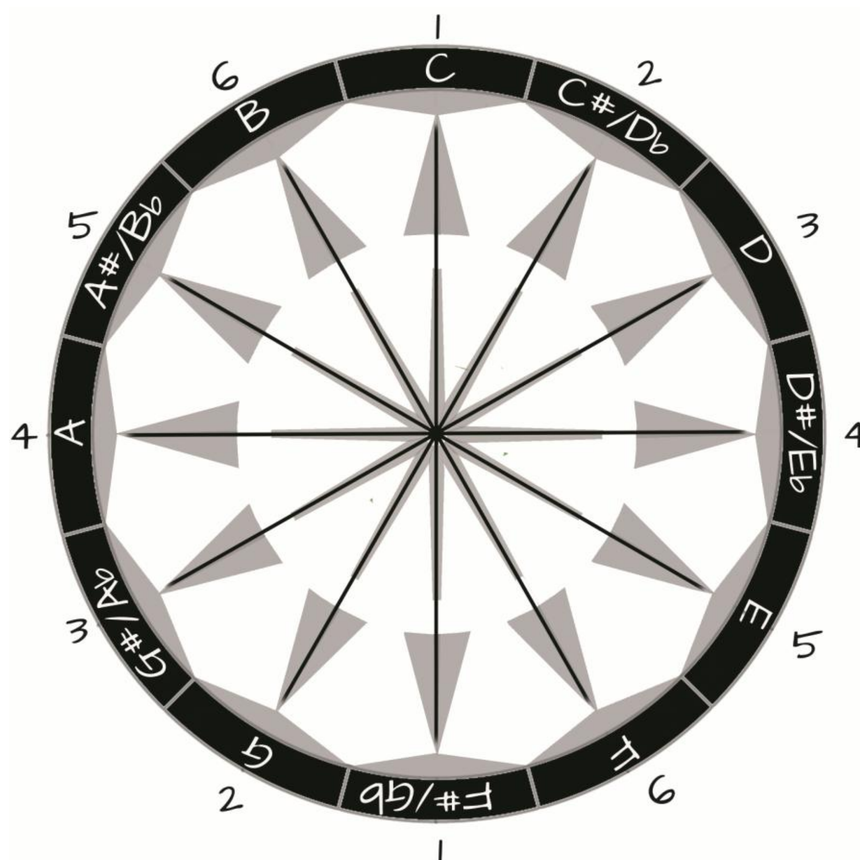
$$\mathbf{C \times \sqrt[2]{2} = F\#}$$

$$\mathbf{F\# \times \sqrt[2]{2} = C'}$$



En la ecuación el radicando dos representa la proporción del intervalo de octava *(ya que este se obtiene al multiplicar por dos la frecuencia fundamental)* y el índice de la raíz representa el número de notas en los que se desea dividir el intervalo de octava.

En el temperamento igual de doce sonidos existen únicamente **seis combinaciones** posibles para producir **tritonos**.

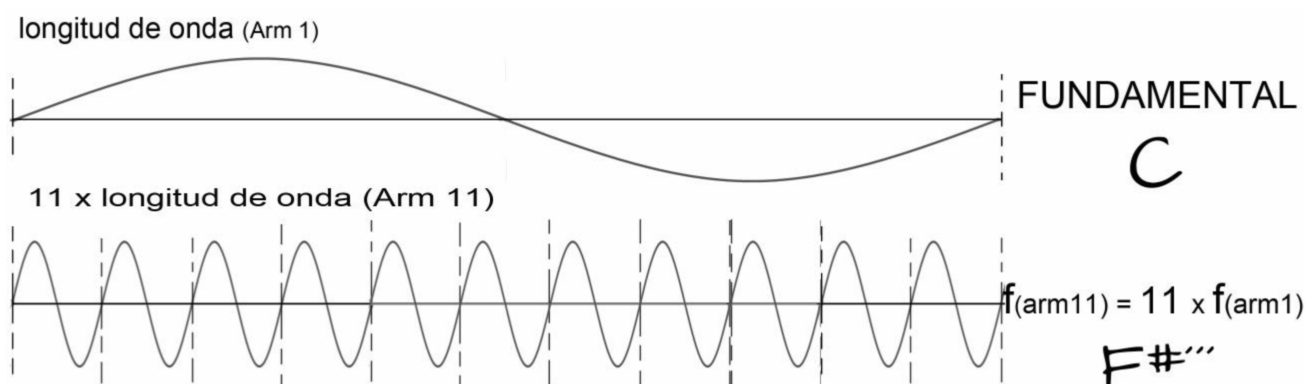


Pero en función del contexto armónico utilizamos diferentes **enarmónicos** para nombrar a las notas de estas seis combinaciones.

1		2		3		4		5		6	
C	F#	G	C#	D	G#	A	D#	E	A#	F	B
Gb	C	Db	G	Ab	D	Eb	A	Bb	E	Cb	F
F#	B#	C#	F##	G#	C##	D#	G##	A#	D##	B	E#
Dbb	Gb	Abb	Db	Ebb	Ab	Bbb	Eb	Fb	Bb	Gbb	Cb
1	**#4**	1	**#4**	1	**#4**	1	**#4**	1	**#4**	1	**#4**
b5	1	**b5**	1	**b5**	1	**b5**	1	**b5**	1	**b5**	1

El valor del armónico once se aproxima al tritono temperado en el registro de la cuarta octava.

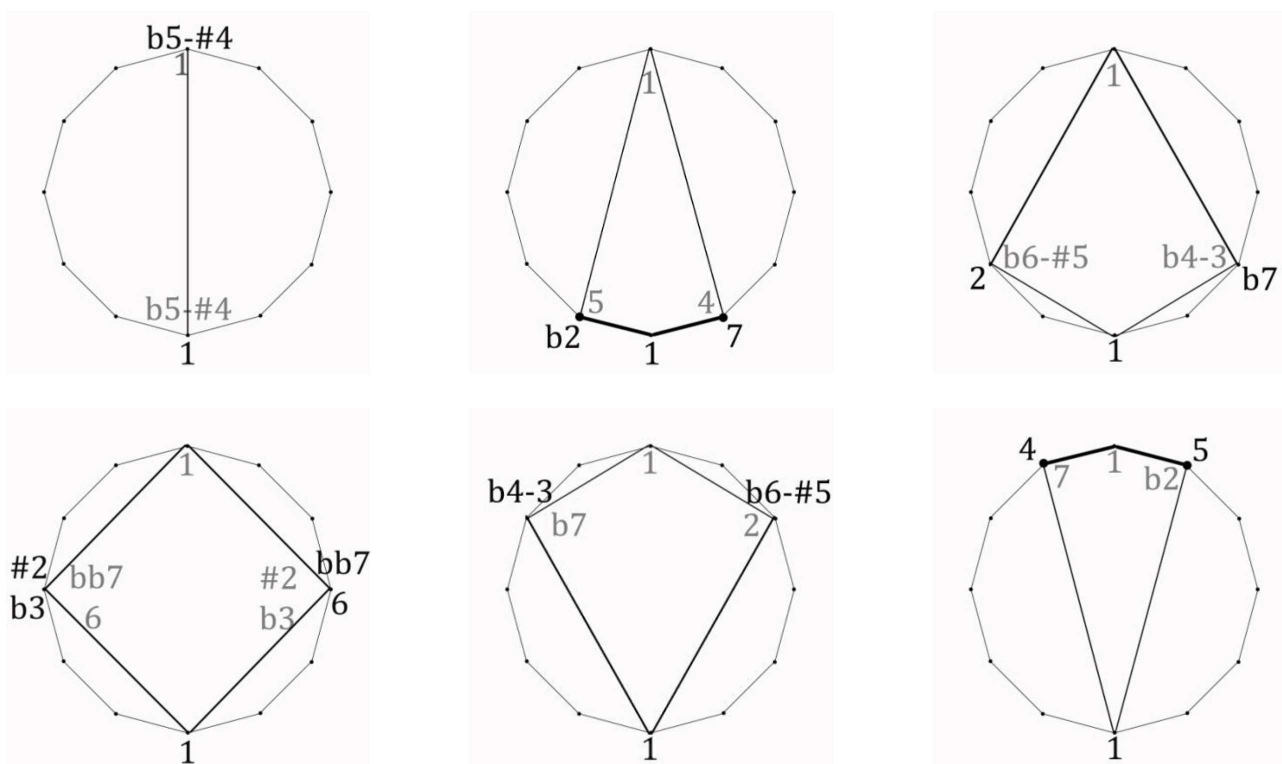
C x 11 = F#'''



Sin embargo este valor es notablemente más bajo con respecto al tritono temperado.

C_3= 130,80 Hz	**Serie armónica**	**F#** = C x **11/8** = 179,85 Hz
	Afinación temperada	**F#**$_3$ = C_3 x $\sqrt[2]{2}$ = 184,99 Hz

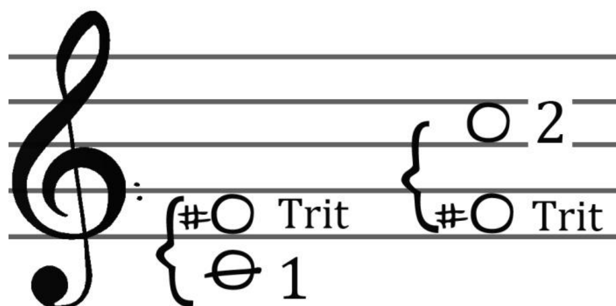
Otra peculiaridad muy interesante entre dos sonidos a distancia de tritono es que comparten sus respectivos intervalos complementarios.



Este factor es determinante en el uso de sonidos a distancia de tritono como eje para generar simetrías. En la quinta parte de este estudio dedicamos especial atención a las posibilidades de este fenómeno.

La proporción de tritono es la expresión matemática más sencilla y básica para comprender el funcionamiento del temperamento igual. Su formulación se deriva de una sencilla regla de tres.

Una nota es proporcional a su tritono como dicho tritono lo es a la octava de la nota inicial. Por lo que uno es al tritono, como el tritono es a dos:



1 —— Trit

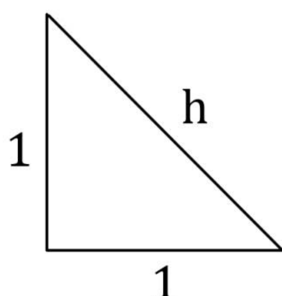
Trit —— 2

$$Trit^2 = 2x1$$

$$Trit = \sqrt[2]{2}$$

La **raíz cuadrada de dos** está considerado como uno de los primeros números irracionales conocidos. Aparece en tablillas babilónicas del segundo milenio antes de Cristo y también en textos matemáticos de la antigua India. [1]

Está muy vinculado a la naturaleza geométrica, ya que lo encontramos en la hipotenusa de un triángulo rectángulo cuyos catetos tienen la misma medida.



$$1^2 + 1^2 = h^2$$

$$h = \sqrt{2}$$

Según el Teorema de Pitágoras, la suma de los catetos al cuadrado es igual a la hipotenusa al cuadrado. En un triángulo rectángulo cuyos catetos valen uno obtenemos el valor de la raíz de dos para la hipotenusa al despejar la ecuación.

Su valor numérico contiene infinitos decimales *(característica propia de los números irracionales),* siendo los primeros 1.41421... Solamente el número **π** ha sido calculado con mayor precisión.

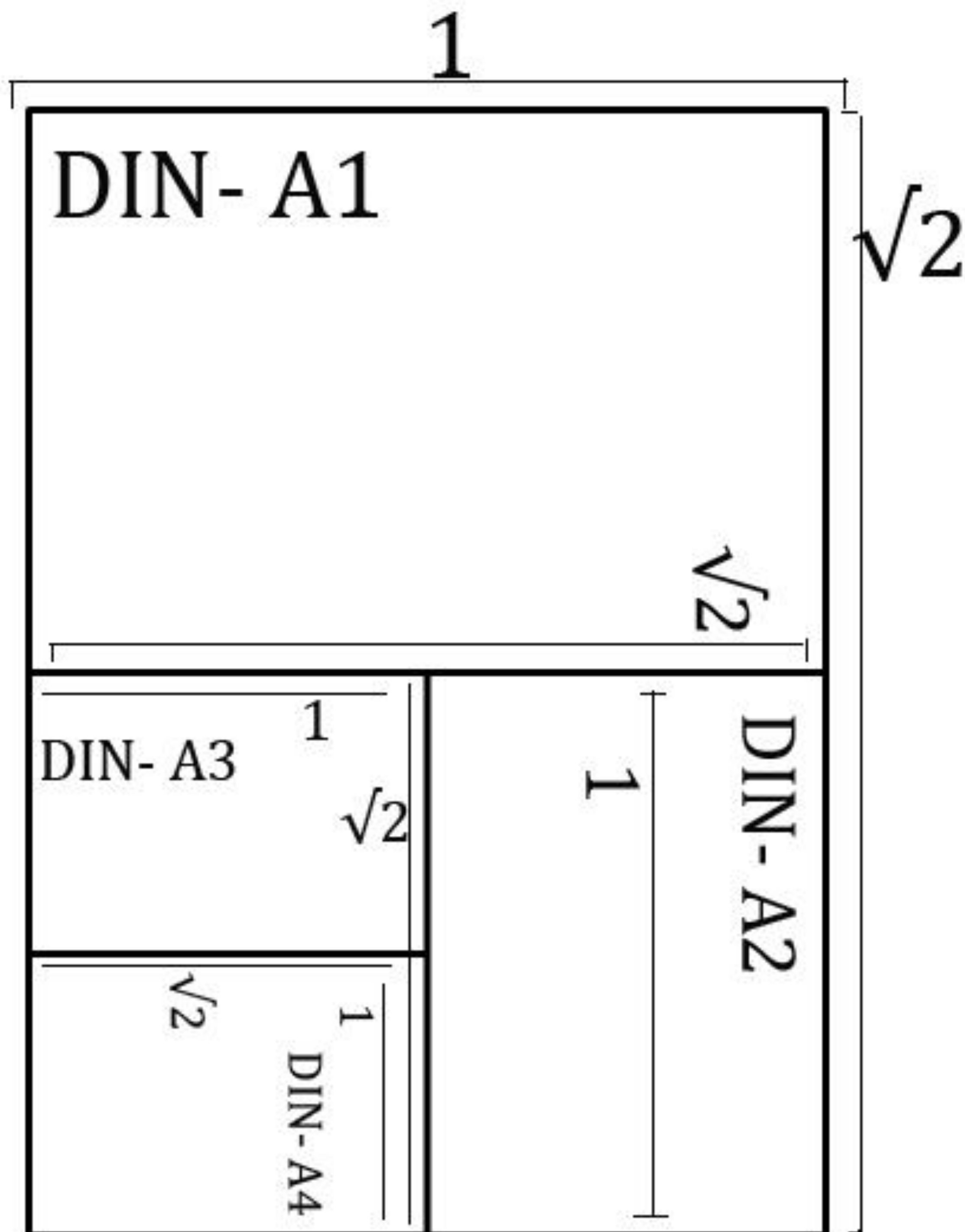
Su historia está plagada de curiosas anécdotas, como la sentencia de muerte aplicada sobre Hípaso de Metaponto por demostrar la irracionalidad de este número. Los pitagóricos no

[1] Tabla babilónica YBC 7289 (2000-1650 a.C.)
India (600-300 a.C.) Baudhaiana-sulba-sutra.

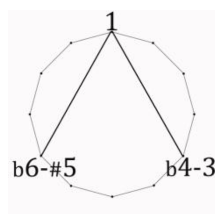
aceptaban la irracionalidad numérica por creer ciegamente en su definición absoluta como medida, por lo que Hípaso es condenado a morir ahogado en el mar.

Esta proporción ha sido empleada con mucha frecuencia en la arquitectura islámica. Tiene además múltiples usos en la vida cotidiana. Define la máxima tensión eléctrica soportada de la corriente alterna monofásica sobre el valor eficaz indicado. Es empleado también en fotografía para la apertura del diafragma.

La norma internacional DIN que rige el uso del papel emplea un rectángulo cuyos lados tienen la proporción **uno x raíz de dos**. Esto permite que al doblar el papel por la mitad obtengamos otro rectángulo con exactamente las mismas proporciones, lo cual facilita enormemente la impresión de un mismo diseño a distintos tamaños.

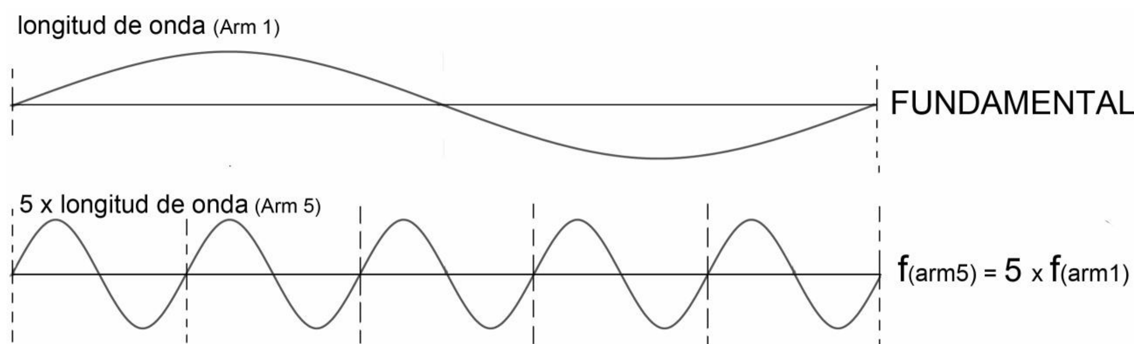


2.8- TERCERA MAYOR, SEXTA MENOR [y enarmónicos (b4-#5)]



TERCERA MAYOR

Dos tonos por encima de la fundamental se sitúa el intervalo de **tercera mayor**. Su frecuencia tiene un valor relativo bastante aproximado con respecto al **quinto armónico** de la frecuencia fundamental.



El quinto armónico se corresponde con el intervalo de tercera mayor dos octavas por encima de la frecuencia fundamental.

C x 5 = E´´

C	D	E	F	G	A	B	C´	D´	E´	F´	G´	A´	B´	C´´	D´´	E´´
1	2	3	4	5	6	7	8	2	3	4	5	6	7	1	2	3
261,62 Hz																1308,10 HZ

El valor de la **tercera temperada** es ligeramente más alto con respecto al valor relativo del **armónico 5**.

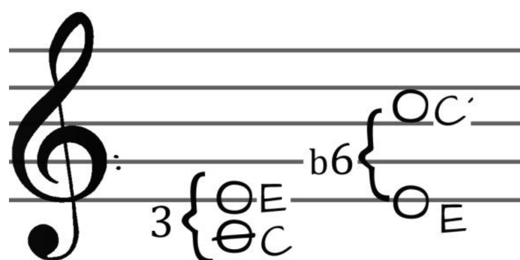
C3= 130,80 Hz	**Serie armónica**	**E** = C x **5/4** = 163,50 Hz
	Afinación temperada	**E3** = C x $\sqrt[3]{2}$ = 164,81 Hz

Esta diferencia es apreciable por el oído humano. A pesar de ello el intervalo de tercera mayor es considerado como **intervalo consonante** por su proximidad con la proporción del quinto armónico.

En algunos sistemas de afinación se tienen en consideración las terceras perfectas, pero la tendencia de anteponer la consonancia de las quintas ha provocado la costumbre de escuchar el intervalo de tercera mayor por encima de su afinación natural. Por esa razón se puede percibir la tercera natural un poco apagada, como si estuviese baja de afinación.

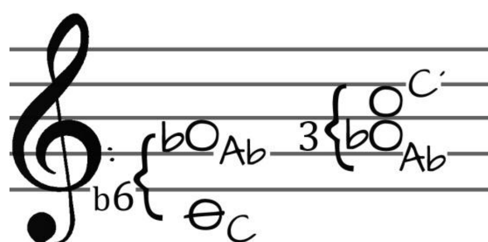
SEXTA MENOR

El **intervalo de sexta menor** es el **complementario** de la tercera mayor. La distancia que hay entre el intervalo de tercera mayor y el de octava es de una sexta menor.



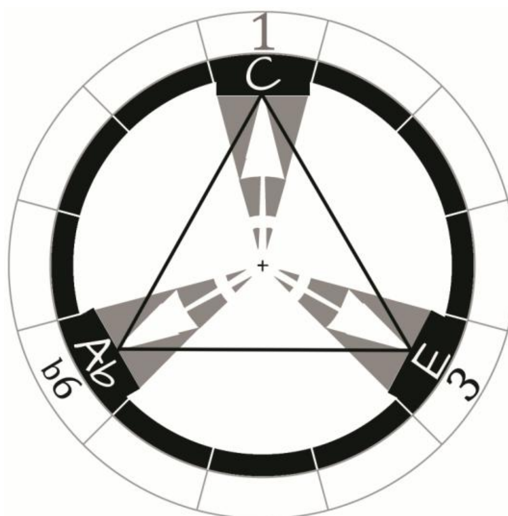
C	E	C´
1	**3**	8
	1	**b6**

Igualmente, la distancia entre el intervalo de sexta menor y el de octava es de una tercera mayor.



C	Ab´	C´
1	**b6**	8
	1	**3**

En el sistema temperado la nota fundamental junto con el intervalo de tercera mayor y el intervalo de sexta menor configuran un **triángulo equilátero** donde la distancia desde una nota a la siguiente es siempre de dos tonos.

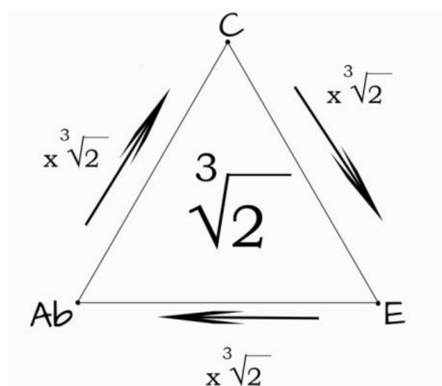


En el capítulo *"1.7- Geometría del temperamento igual"* ya estudiamos la relación triangular entre estas tres frecuencias. Como ya sabemos, para dividir el intervalo de octava en intervalos proporcionalmente semejantes hacemos uso de la raíz **x** de dos.



En la ecuación el radicando dos hace referencia a la proporción del intervalo de octava y el índice de la raíz corresponde al número de notas en los que se quiere dividir la octava.

Por lo tanto para dividir el intervalo de octava en tres intervalos proporcionalmente iguales entre sí es necesario aplicar la **raíz cúbica de dos.**



$$\mathbf{C \times \sqrt[3]{2} = E}$$

$$\mathbf{E \times \sqrt[3]{2} = Ab}$$

$$\mathbf{Ab \times \sqrt[3]{2} = C'}$$

CUARTA DISMINUIDA Y QUINTA AUMENTADA

El intervalo de cuarta disminuida **(b4)** es enarmónico de la tercera mayor. El intervalo de quinta aumentada **(#5)** lo es de la sexta menor. Además estos dos intervalos también son **complementarios** entre sí.

b4=3
#5=b6

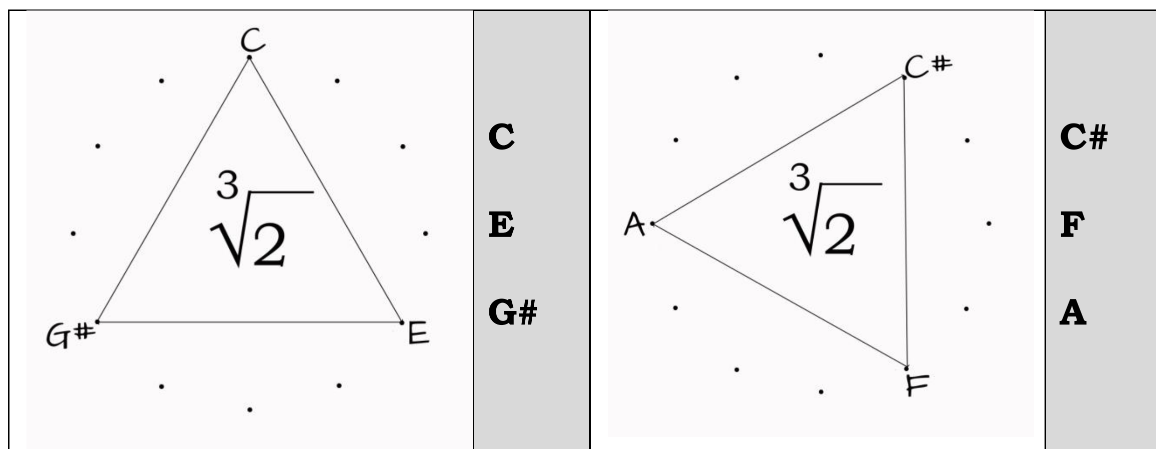
C	Fb	C´		C	G#	C´
1	**b4**	8		1	**#5**	8
	1	**#5**			1	**b4**

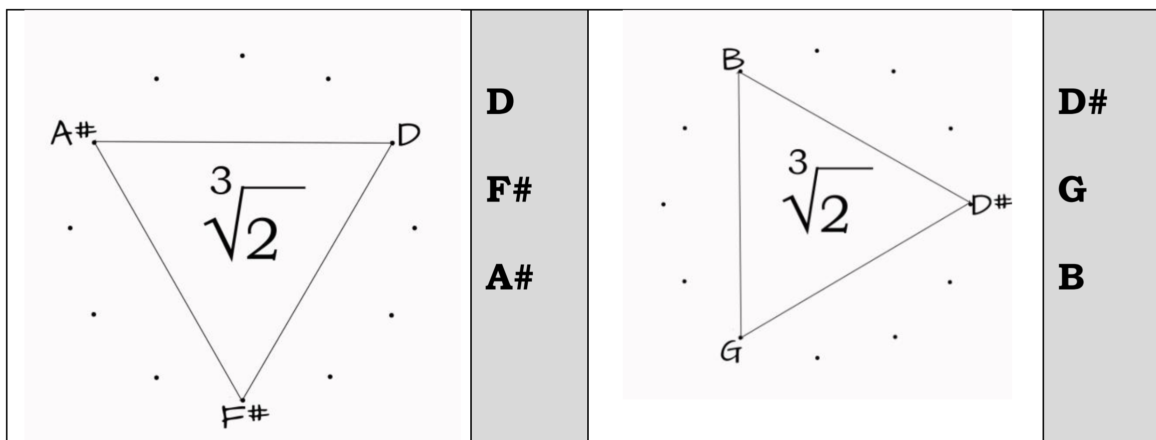
Como consecuencia de la relación triangular entre estas tres frecuencias, tomando como fundamental cualquiera de ellas los roles de [**tercera mayor-cuarta disminuida**] y [**quinta aumentada-sexta menor**] se reparten siempre entre estos tres sonidos.

En función del contexto armónico se utilizan unos enarmónicos u otros para nombrar a las notas, pero en el sistema temperado los sonidos corresponden siempre a las mismas tres frecuencias.

1	3/b4	#5/b6
C	E/Fb	G#/Ab
B#	D##/E	F##/G#
E	G#/Ab	B#/C
Fb	Ab/Bbb	C/Db
G#	B#/C	D##/E
Ab	C/Dbb	E/Fb

En el temperamento igual de doce sonidos existen cuatro posibilidades básicas para formar triángulos equiláteros. Son las siguientes:



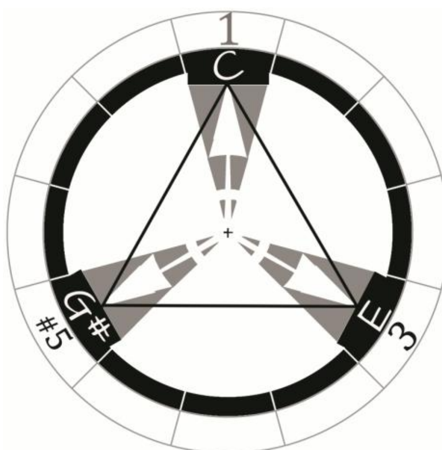


En función del contexto armónico se utilizan unos enarmónicos u otros para nombrar a las notas, pero a efectos prácticos son estas cuatro las posibilidades reales de las que disponemos.

1	**B#/C/Dbb**	**D##/E/Fb**	**G#/Ab**
2	**B##/C#/Db**	**E#/F/Gbb**	**G##/A/Bbb**
3	**C##/D/Ebb**	**E##/F#/Gb**	**A#/Bb/Cbb**
4	**D#/Eb/Fbb**	**F##/G/Abb**	**A##/B/Cb**

TRIADA AUMENTADA

La triada aumentada se forma con la fundamental junto con los intervalos de tercera mayor **(3)** y quinta aumentada **(#5).**

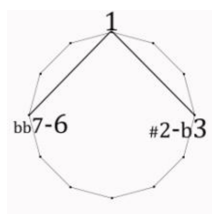


La triada aumentada se forma con **dos terceras mayores consecutivas**. En el sistema temperado, como consecuencia de la relación triangular entre estas tres frecuencias, las proporciones entre intervalos son similares desde cualquiera de las *notas (aunque necesitamos hacer uso de los intervalos enarmónicos para que todo cuadre correctamente).*

C	E	G#	C´	E´	G#´
1	3	#5	8		
	1	3	**b6**	8	
		1	**b4**	**b6**	8

b6=#5
b4=3

2.9- TERCERA MENOR, SEXTA MAYOR [y enarmónicos (#2-bb7)]



Un tono y medio por encima de la fundamental *(y medio tono por debajo de la tercera mayor)* se sitúa el intervalo de **tercera menor (b3)**.

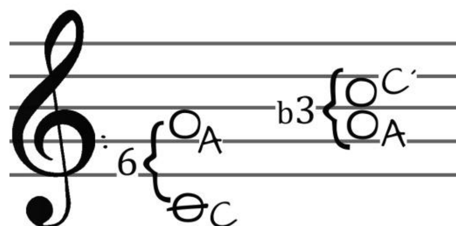
La tercera menor imprime un carácter más "melancólico" y tenso frente a su homónimo mayor debido a una menor consonancia con respecto a la nota fundamental.

El **intervalo de sexta mayor** es el **complementario** de la tercera menor. La distancia que hay entre el intervalo de tercera menor y el de octava es de una sexta mayor.



C	Eb	C´
1	**b3**	8
	1	**6**

Igualmente, la distancia entre el intervalo de sexta mayor y el de octava es de una tercera menor.

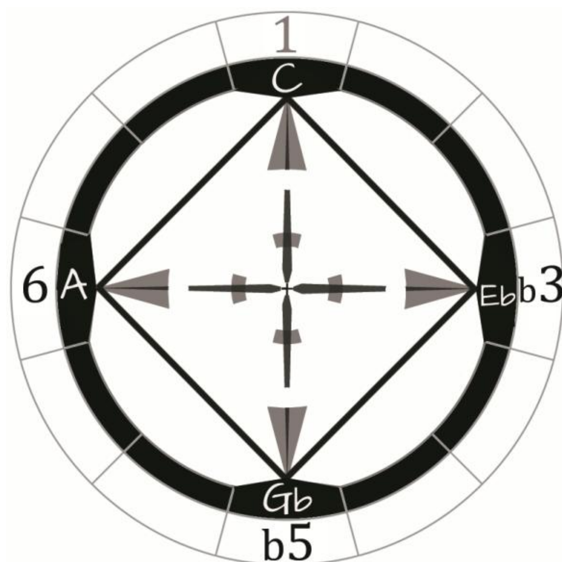


C	A	C´
1	**6**	8
	1	**b3**

El intervalo de tercera menor está a una distancia de **tono y medio** con respecto a la fundamental, justamente la mitad de un tritono. Por eso dos intervalos de tercera menor consecutivos dan lugar al intervalo de tritono.

C	Eb	Gb
1	**b3**	**b5**
	1	**b3**

En el sistema temperado la nota fundamental junto con sus intervalos de tercera menor, quinta bemol y sexta mayor forman un cuadrado donde la distancia de una nota a la siguiente es siempre de un tono y medio.

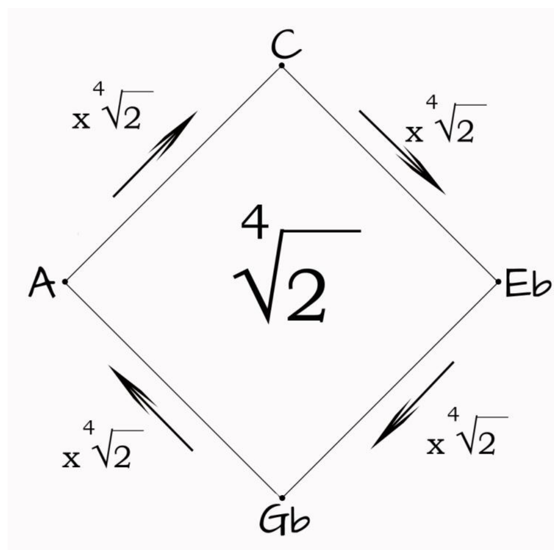


En el capítulo *"1.7- Geometría del temperamento igual"* estudiamos la relación cuadrangular existente entre estas cuatro frecuencias



En la ecuación el radicando dos hace referencia a la proporción del intervalo de octava y el índice de la raíz corresponde al número de notas en los que se quiere dividir la octava.

Por lo tanto para dividir el intervalo de octava en cuatro intervalos proporcionalmente iguales entre sí es necesario aplicar la **raíz cuarta de dos.**



C x $\sqrt[4]{2}$ = Eb

Eb x $\sqrt[4]{2}$ = Gb

Gb x $\sqrt[4]{2}$ = A

A x $\sqrt[4]{2}$ = C´

SEGUNDA AUMENTADA Y SÉPTIMA DISMINUIDA

El intervalo de segunda aumentada **(#2)** es enarmónico de la tercera menor. El intervalo de séptima disminuida **(bb7)** lo es de la sexta mayor. Además estos dos intervalos también son complementarios entre sí.

#2=b3
bb7=6

C	D#	C´		C	Bbb	C´
1	**#2**	8		1	**bb7**	8
	1	**bb7**			1	**#2**

Como consecuencia de la relación existente entre las cuatro frecuencias de nuestro cuadrado temperado, tomando como fundamental cualquiera de ellas los roles de [**tercera menor-segunda aumentada**] **, [cuarta aumentada-quinta disminuida]** y [**sexta mayor-séptima disminuida**] se reparten siempre entre estos mismos cuatro sonidos.

En función de las leyes tonales se utilizan unos enarmónicos u otros para nombrar a las notas, aunque a efectos prácticos en el sistema temperado los sonidos se corresponden siempre con estas cuatro frecuencias.

1	#2/b3	#4/b5	6/bb7
C	D#/Eb	F#/Gb	A/Bbb
D#	E##/F#	G##/A	B#/C
Eb	F#/Gb	A/Bbb	C/Dbb
F#	G##/A	B##/C	D#/Eb
Gb	A/Bbb	C/Dbb	Eb/Fbb
A	B#/C	D#/Eb	F#/Gb

En el temperamento igual de doce sonidos existen tres posibilidades básicas para formar cuadrados. Son las siguientes:

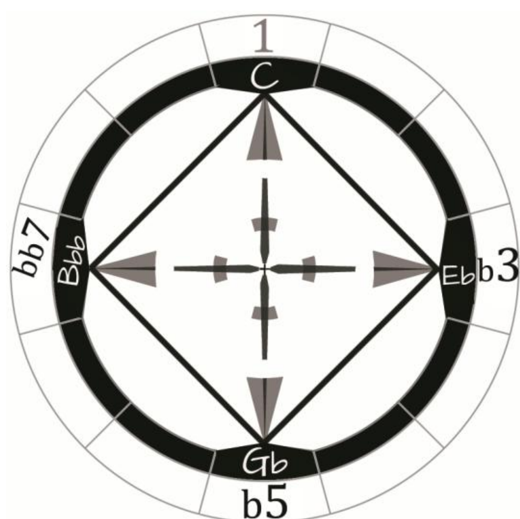
C **D#** **F#** **A**	**C#** **E** **G** **A#**	**D** **F** **G#** **B**

En función del contexto armónico se utilizan unos enarmónicos u otros para nombrar a las notas, pero a efectos prácticos son estas tres las posibilidades reales de las que disponemos.

1	**B##/C/Dbb**	**D#/Eb/Fbb**	**E##/F#/Gb**	**G##/A/Bbb**
2	**B##/C#/Db**	**D##/E/Fb**	**F##/G/Abb**	**A#/Bb/Cbb**
3	**C##/D/Ebb**	**E#/F/Gbb**	**G#/Ab**	**A##/B/Cb**

TETRADA DISMINUIDA

La tetrada disminuida se forma con la fundamental junto con los intervalos de tercera menor **(b3)** , quinta disminuida **(b5)** y séptima disminuida **(bb7).**



La tetrada disminuida se forma con tres terceras menores consecutivas

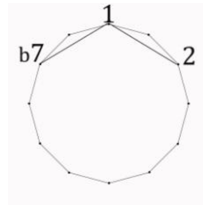
C	Eb	bG	Bbb
1	**b3**	b5	bb7
	1	**b3**	b5
		1	**b3**

Como consecuencia de la relación cuadrangular entre estas cuatro frecuencias en el temperamento igual, las proporciones entre intervalos son similares desde cualquier nota *(aunque necesitamos hacer uso de los intervalos enarmónicos para que todo cuadre correctamente).*

C	Eb	Gb	Bbb	C´	Eb´	Gb´	Bbb´
1	b3	b5	bb7	8			
	1	b3	b5	**6**	8		
		1	b3	**#4**	**6**	8	
			1	**#2**	**#4**	**6**	8

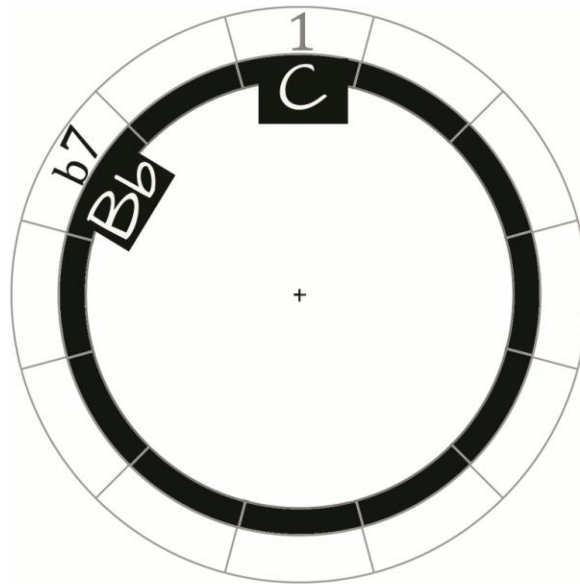
6=bb7
#4=b5
#2=b3

2.10- SÉPTIMA MENOR Y SEGUNDA MAYOR



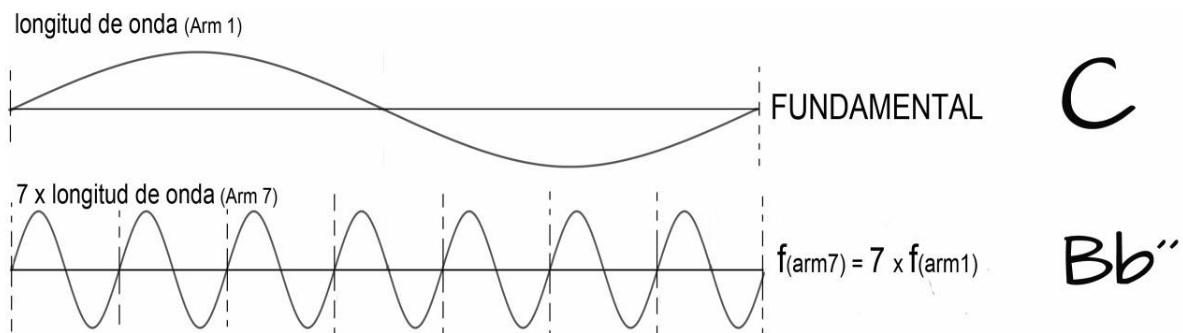
SÉPTIMA MENOR

Cinco tonos por encima de la fundamental y un tono por debajo del intervalo de octava, se encuentra el **intervalo de séptima menor (b7).**



El valor de este intervalo es bastante aproximado con respecto al valor relativo del séptimo armónico de la frecuencia fundamental. La frecuencia del séptimo armónico se corresponde con la séptima menor de la nota fundamental en el registro de la tercera octava.

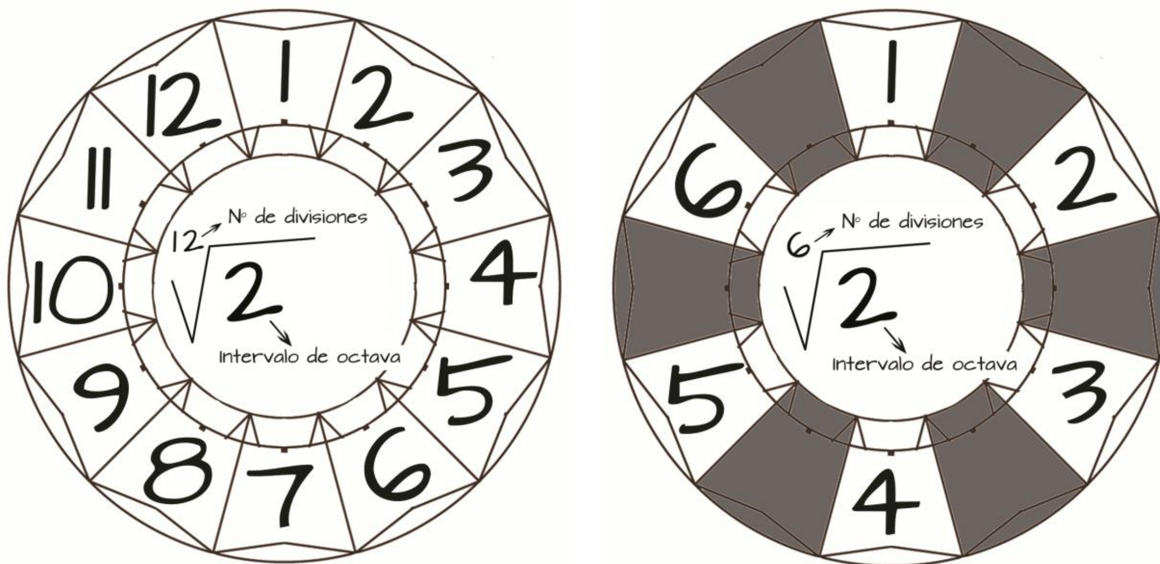
C x 7 = Bb´´



El valor de la **séptima menor temperada** es ligeramente más alto con respecto al valor relativo del **armónico 7**.

C3**=** 130,80 Hz	**Serie armónica**	**Bb** = C x **7/4 =** 228,90 Hz
	Afinación temperada	**Bb**3 = 233,08 Hz

El temperamento igual de doce sonidos divide el intervalo de octava en doce semitonos proporcionalmente iguales entre sí. Doce semitonos equivalen a seis tonos, por lo tanto para dividir el intervalo de octava en seis tonos proporcionalmente iguales entre sí aplicamos la **raíz sexta de dos**.

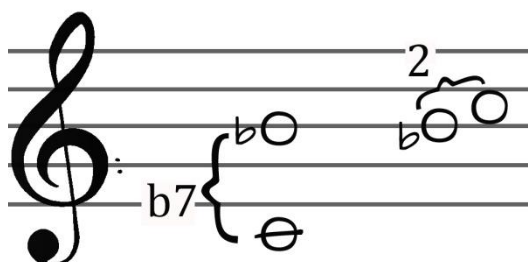


Para calcular la frecuencia de la **séptima menor temperada** podemos dividir la frecuencia del intervalo de octava entre la raíz sexta de dos y obtenemos el valor correspondiente a bajar un tono temperado.

$$2 \times C_3 : \sqrt[6]{2} = Bb_3$$

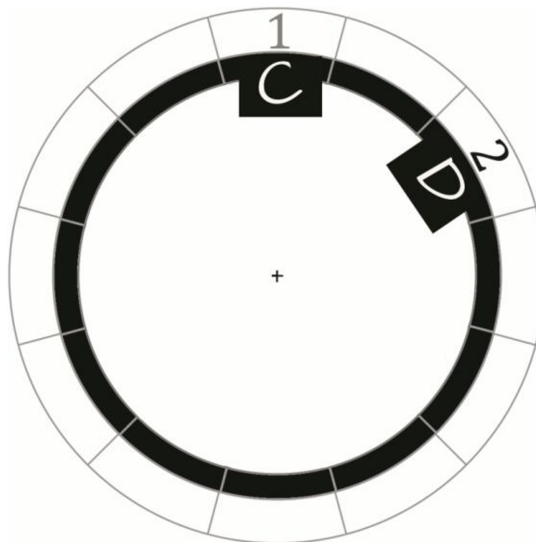
SEGUNDA MAYOR

El **intervalo de segunda mayor** es el **complementario** de la séptima menor. La distancia que hay entre el intervalo de séptima menor y el de octava es de una segunda mayor.



C	Bb	C´
1	**b7**	8
	1	**2**

El intervalo de segunda mayor se sitúa un tono por encima de la fundamental.



Para calcular la frecuencia del intervalo de segunda mayor **multiplicamos por la raíz sexta de dos** la frecuencia fundamental y obtenemos el valor correspondiente a subir un tono temperado.

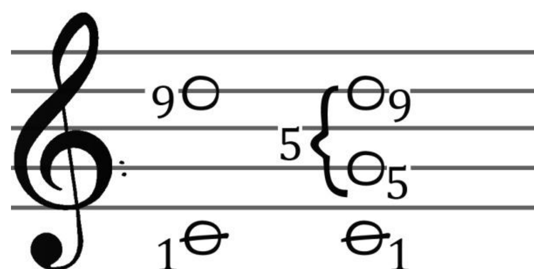
$$C_3 \times \sqrt[6]{2} = D_3$$

NOVENA MAYOR

Cuando el intervalo de segunda mayor aparece en el registro de la segunda octava es común definirlo como intervalo **de novena mayor**.

C	**D**	E	F	**G**	A	B	C´	**D´**
1	**2**	3	4	**5**	6	7	8	**9**
				1	2	3	4	**5**

El intervalo de novena mayor se sitúa a una quinta de distancia con respecto al intervalo de quinta. La consonancia de estos dos intervalos con la fundamental genera sensación de suavidad y proporcionalidad al oído.



Como ya sabemos, la frecuencia del intervalo de quinta se corresponde con el tercer armónico de la frecuencia fundamental.

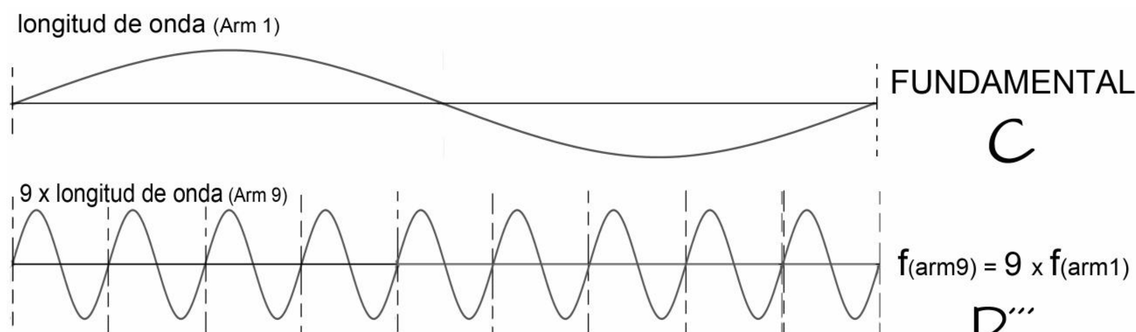
$$C \times 3 = G´$$

Puesto que el intervalo de novena se sitúa a una quinta de distancia con respecto al intervalo de quinta, el **intervalo de novena se corresponde con el tercer armónico del intervalo de quinta.**

$$G' \times 3 = D´´´$$

Multiplicar dos veces por tres equivale a multiplicar por nueve, por esa razón **multiplicando por nueve** la frecuencia fundamental obtenemos el valor de la novena mayor en el registro de la cuarta octava. La frecuencia del intervalo de novena se corresponde en consecuencia con el **noveno armónico** de la frecuencia fundamental.

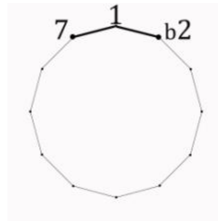
C x 9 = D´´´



C3= 130,80 Hz	**Serie armónica**	**D** = C x **9/8** = 147,15 Hz
	Afinación temperada	**D3** = C x $\sqrt[6]{2}$ = 146,83 Hz

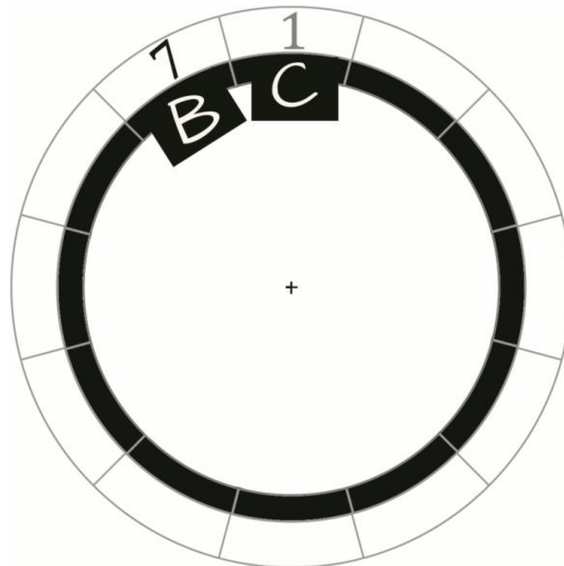
El valor de la segunda temperada es ligeramente más bajo con respecto al valor relativo del noveno armónico.

2.11- SÉPTIMA MAYOR Y SEGUNDA MENOR



SÉPTIMA MAYOR

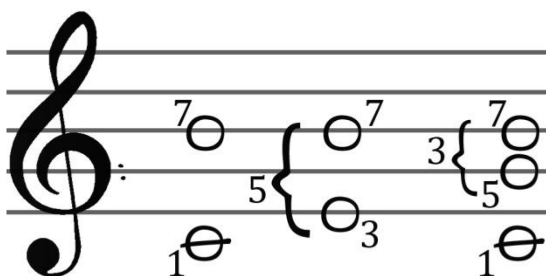
Cinco tonos y medio por encima de la fundamental y medio tono por debajo del intervalo de octava se encuentra la **séptima mayor (7)**.



Para calcular la frecuencia de la **séptima mayor temperada** es necesario bajar un semitono temperado desde el intervalo de octava. Para ello simplemente dividimos la frecuencia de la octava entre la **raíz duodécima de dos.**

$$\mathbf{2 \times C_3 : \sqrt[12]{2} = B_3}$$

La séptima mayor se sitúa a una quinta de distancia con respecto al intervalo de tercera mayor y a una tercera mayor con respecto al intervalo de quinta. Por esa razón entra en consonancia al combinarlo con estos intervalos.



C	E	G	B
1	**3**	**5**	**7**
	1		**5**
		1	**3**

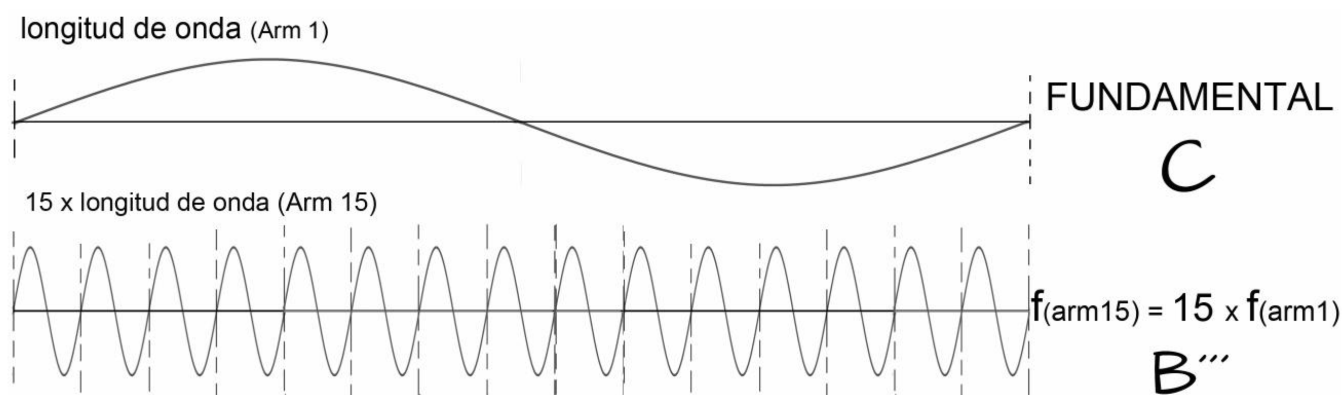
El tercer armónico se corresponde con el intervalo de quinta. El quinto armónico con el de tercera mayor. Puesto que es posible llegar al intervalo de séptima mayor subiendo una quinta desde el intervalo de tercera mayor o bien subiendo una tercera desde el intervalo de quinta, podemos multiplicar tres por cinco para calcular la frecuencia correspondiente al armónico de séptima mayor natural.

C x 3 = G´ --- G´x 5 = B´´´

C x 5 = E´´ --- E´´x 3 = B´´´

Tres por cinco son quince, por lo tanto **multiplicando por quince** la frecuencia fundamental obtenemos la frecuencia correspondiente al **armónico de séptima mayor**.

C x 15 = B´´´

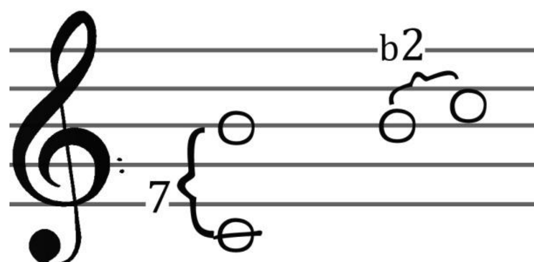


El decimoquinto armónico se corresponde con el intervalo de séptima mayor en el registro de la cuarta octava. El valor de la **séptima mayor temperada** es ligeramente más alto con respecto al valor relativo del armónico quince.

C_3 = 130,80 Hz	**Serie armónica**	**B** = C x **15/8** = 245,25 Hz
	Afinación temperada	$B_3 = 2 \times C_3 : \sqrt[6]{2}$ = 246,94 Hz

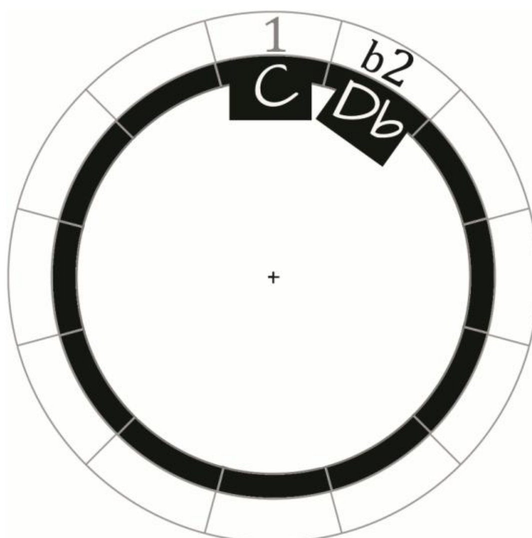
SEGUNDA MENOR

El **intervalo de segunda menor** es el **complementario** de la séptima mayor. La distancia que hay entre el intervalo de séptima mayor y el de octava es de una segunda menor.



C	B	C´
1	**7**	8
	1	**b2**

El intervalo de segunda menor se sitúa medio tono por encima de la fundamental.



Para calcular la frecuencia de la **segunda bemol temperada** es necesario subir medio tono temperado desde la fundamental. Para ello multiplicamos por la raíz duodécima de dos su frecuencia.

$$\mathbf{C_3 \times \sqrt[12]{2} = Db_3}$$

El armónico 17 se corresponde con el intervalo de segunda menor en el registro de la quinta octava.

$$\mathbf{C \times 17 = Db´´´´}$$

Su valor relativo es levemente más alto con respecto a la segunda menor temperada.

C_3= 130,80 Hz	Serie armónica	**Db** = C x **17/16** = 138,97 Hz
	Afinación temperada	Db_3 = C_3 x $\sqrt[12]{2}$ = 138,59 Hz

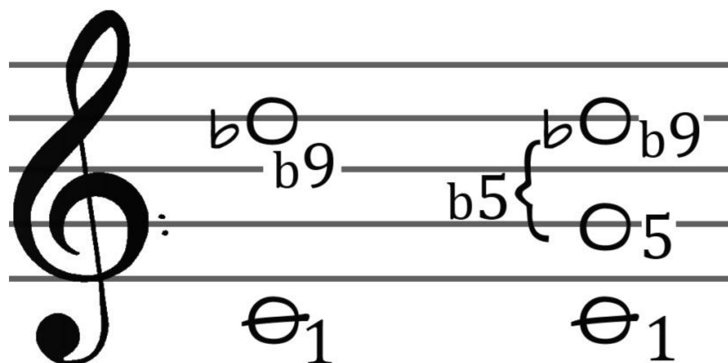
El intervalo de segunda menor es considerado como "disonante" y en muchos modelos como sonido a evitar. Cuando dos sonidos a una distancia de medio tono suenan al unísono se producen batimientos entre sus frecuencias que provocan la sensación de tensión.

NOVENA MENOR

Cuando el intervalo de segunda menor aparece en el registro de la segunda octava es común definirlo como intervalo **de novena menor**.

C	Db	G	Db´
1	b2	5	b9
		1	b5

Al situarse a un tritono de distancia con respecto al intervalo de quinta es considerado también como generador de tensión.



3. ACORDES

3.0 Cifrado de acordes.

3.1 Triadas básicas.

3.2 Acordes de séptima.

3.3 Acordes suspendidos y triadas con nota agregada.

3.4 Acordes de sexta.

3.5 Acordes extendidos.

3.6 Inversión de acordes y disposiciones abiertas.

3.7 Disposiciones por cuartas.

3.8 Disposiciones por segundas y "Clusters".

3.9 Poliacordes.

3.0- CIFRADO DE ACORDES

En el bloque anterior hemos analizado las relaciones bicordales entre una nota raíz y sus respectivos intervalos teniendo en cuenta la naturaleza del temperamento igual y sus aproximaciones a los sonidos de la serie armónica. En este tercer bloque ampliamos la perspectiva formando estructuras compuestas por varios sonidos atendiendo a las relaciones interválicas que se generan.

Por definición un **acorde** es la agrupación de tres o más notas ejecutadas simultáneamente. Cuando las notas del acorde son alternadas rítmicamente hablamos de **arpegio**. La polifonía renacentista deriva progresivamente en la aparición del acorde como consecuencia de la consonancia existente entre la fundamental y los intervalos de tercera y quinta. La armonización de las diferentes voces en el contrapunto renacentista termina por consolidar la utilización del acorde y la estructura armónica en el periodo barroco.

El **cifrado de acordes** es un tipo de escritura musical que permite referenciar la armonía musical sin necesidad de escribir todas las notas del acorde en el pentagrama. Es de gran utilidad en la improvisación para conocer la estructura armónica sobre la que desarrollar una melodía solista o un acompañamiento, pero también lo es a la hora de componer o escribir arreglos musicales.

Durante el periodo barroco el **bajo continuo** era la técnica utilizada. Con un cifrado numérico en la línea del bajo se referenciaba el acorde y la inversión a realizar por el teclista acompañante a quien se le concedía la licencia de realizar la ejecución libremente.

A partir del clasicismo y durante el periodo romántico se tiende a escribir con gran detalle la ejecución musical al completo, con lo cual el uso del bajo cifrado se reduce prácticamente a sus aplicaciones didácticas en el estudio de la armonía.

En nuestro estudio utilizaremos el sistema del **cifrado americano**. El Jazz americano popularizó su uso durante el siglo XX y su aplicación progresivamente es incorporada en otros estilos musicales.

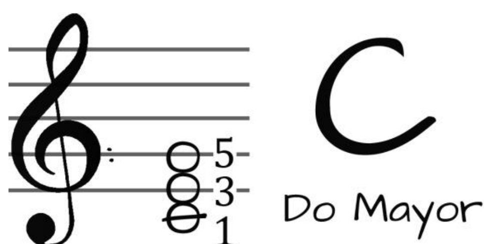
Atendiendo a la distribución interválica, es posible construir un acorde por saltos de tercera, por saltos de cuarta-quinta, por saltos de segunda, o por la combinación de los anteriores. Comenzaremos por desglosar las clásicas triadas y sus inversiones, ya que son históricamente el origen de los acordes. Las estructuras formadas por sucesiones de terceras dan lugar a la formación de los acordes de séptima y a los acordes extendidos. El enfoque cuartal, los "acordes cluster" y los poliacordes son de incorporación más reciente *(finales del XIX, principios del XX*), por lo que no suelen ser tenidos en consideración en los enfoques más conservadores.

Por otro lado, veremos también como la sonoridad de un acorde puede variar en función de la disposición de sus notas. Las inversiones a veces modifican por completo el efecto acústico que se genera y son bastante frecuentes las ambigüedades en las que un acorde híbrido puede ser interpretado de diferentes maneras. Por lo general es el contexto el que determina cuál es el enfoque más "correcto", aunque tampoco está de más valorar que el cifrado de acordes no deja de ser un convencionalismo que nos permite estructurar los sonidos para analizar y comprender su manejo, no es un fin en sí mismo.

3.1- TRIADAS BÁSICAS

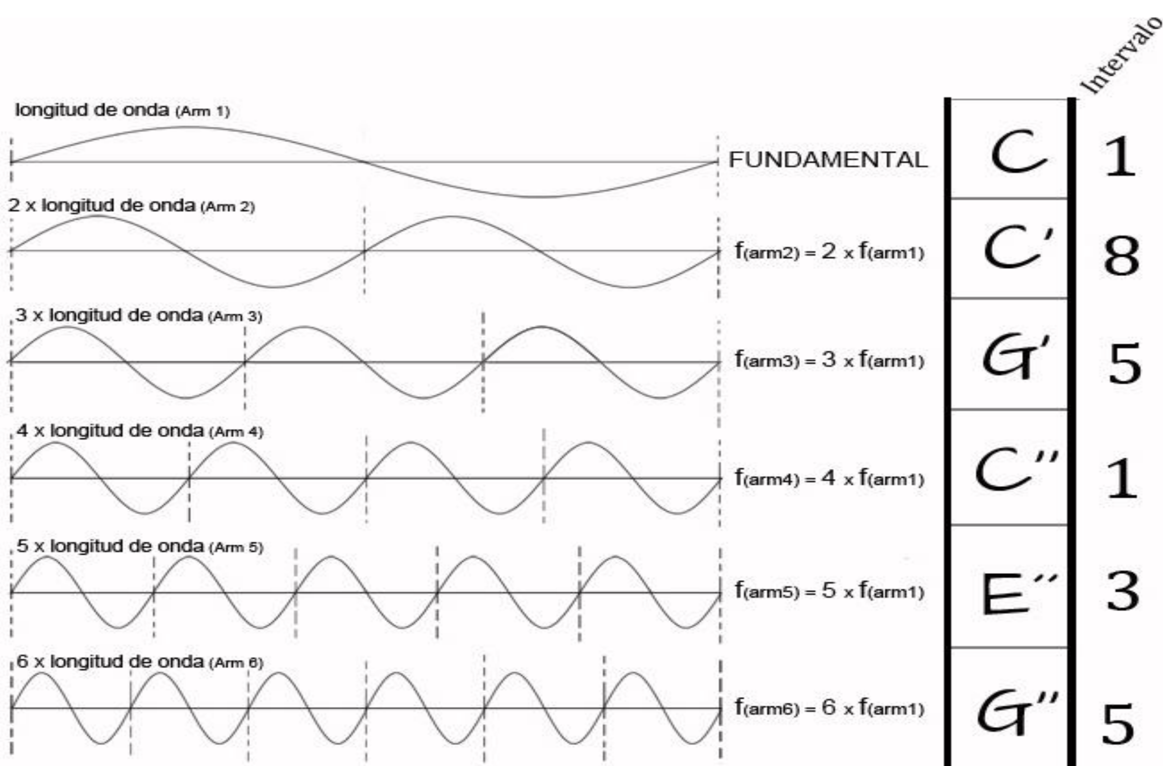
Se denominan triadas a los acordes de tres notas. En este capítulo vamos a estudiar las triadas que podemos obtener al disponer los acordes por saltos de tercera, ya que es este el procedimiento originario en la formación de acordes. Estas triadas estarán por lo tanto constituidas por la fundamental y los intervalos de tercera y quinta. Según los diferentes tipos de tercera y quinta obtenemos diferentes tipos de triada. [1]

Mayor	**1**	**3**	**5**	**C**
	C	E	G	
Menor	**1**	**b3**	**5**	**Cm**
	C	Eb	G	
Disminuida	**1**	**b3**	**b5**	**Cm (b5)**
	C	Eb	Gb	
Aumentada	**1**	**3**	**#5**	**C (#5)**
	C	E	G#	

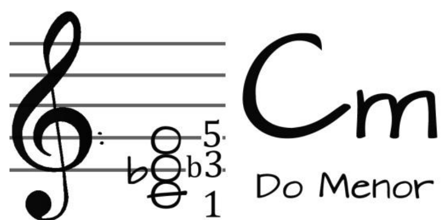


La **TRIADA MAYOR** contiene un intervalo de **tercera mayor** y una quinta justa. La fundamental es la nota que define el acorde y no requiere de ningún tipo de anotación en su nomenclatura ya que es este el acorde más básico.

Es la triada con mayor consonancia porque los intervalos de tercera mayor y quinta justa se corresponden con los armónicos cinco y tres de la frecuencia fundamental *(de manera aproximada en el temperamento igual*). Además, la triada mayor aparece ordenada de manera natural en la serie armónica entre los armónicos 4,5 y 6.

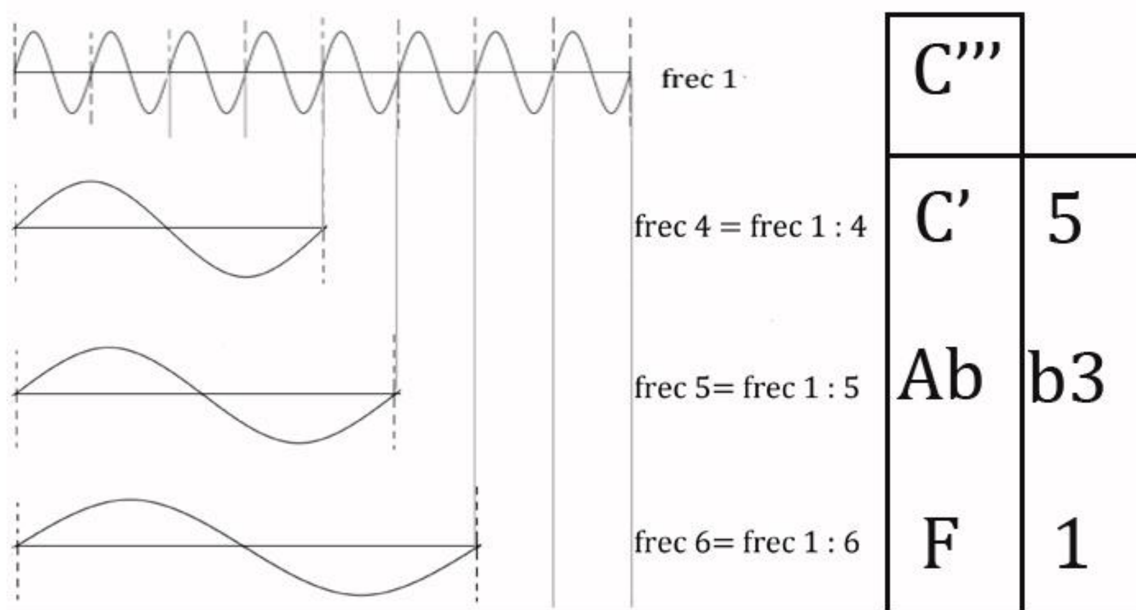


[1] Hablaremos en próximos capítulos de otro tipo de triadas, como son las triadas suspendidas o cuartales.

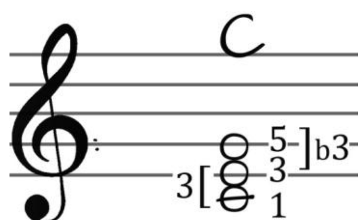


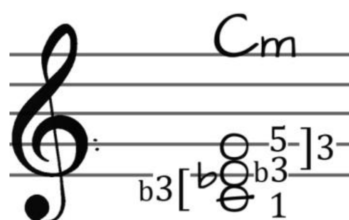
La **TRIADA MENOR** contiene una **tercera menor** y una quinta justa. Para diferenciarlo del acorde mayor se indica con una "m" a la derecha de la nota fundamental en su nomenclatura. [2]

Si bien la consonancia de la triada mayor se explica teóricamente por su concordancia con los armónicos de la serie natural, es común hacerlo también con la triada menor a partir de la serie subarmónica. La triada menor aparece en esta serie entre los subarmónicos 6, 5 y 4 a partir del cuarto grado de la nota raíz. En el caso de la nota C obtenemos la triada menor de F.



El intervalo de **tercera menor** imprime un carácter más "triste" o "melancólico" a la sonoridad del acorde. Tanto en la triada mayor como en la menor las notas se ordenan por terceras existiendo una tercera mayor y una tercera menor en ambos casos pero en orden inverso.

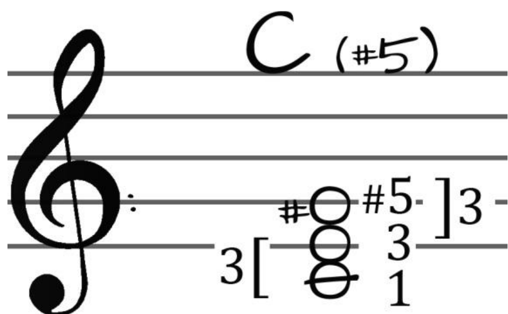




C	E	G
1	**3**	5
	1	**b3**

C	Eb	G
1	**b3**	5
	1	**3**

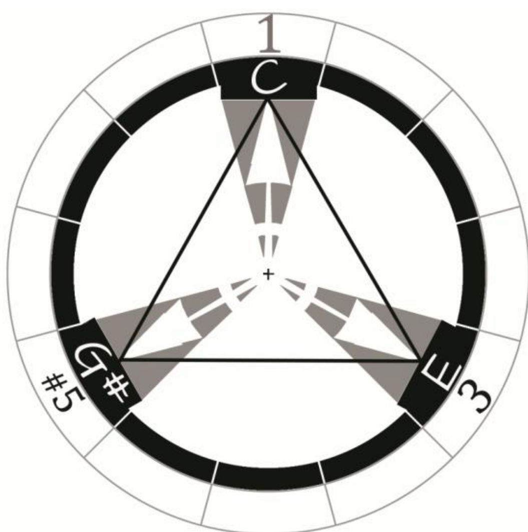
[2] A veces se utiliza en su lugar el signo "menos" (C-).



La **TRIADA AUMENTADA** se forma con dos terceras mayores consecutivas.

C	E	G#
1	**3**	**#5**
	1	**3**

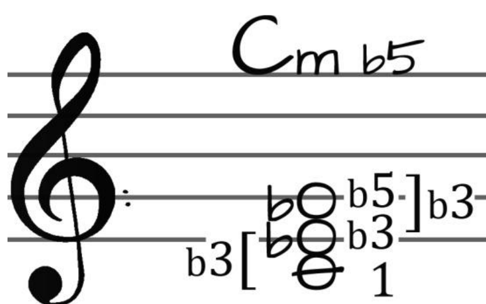
La tensión que provoca la quinta aumentada define el enigmático sonido de este acorde. Como vimos en el capítulo **2.8** en el temperamento igual los tres sonidos de la **triada aumentada** dividen el intervalo de octava en tres intervalos proporcionalmente iguales entre sí.



$$\mathbf{C \times \sqrt[3]{2} = E}$$

$$\mathbf{E \times \sqrt[3]{2} = G\#}$$

$$\mathbf{G\# \times \sqrt[3]{2} = C'}$$



La **TRIADA DISMINUDA** se forma con dos terceras menores consecutivas.

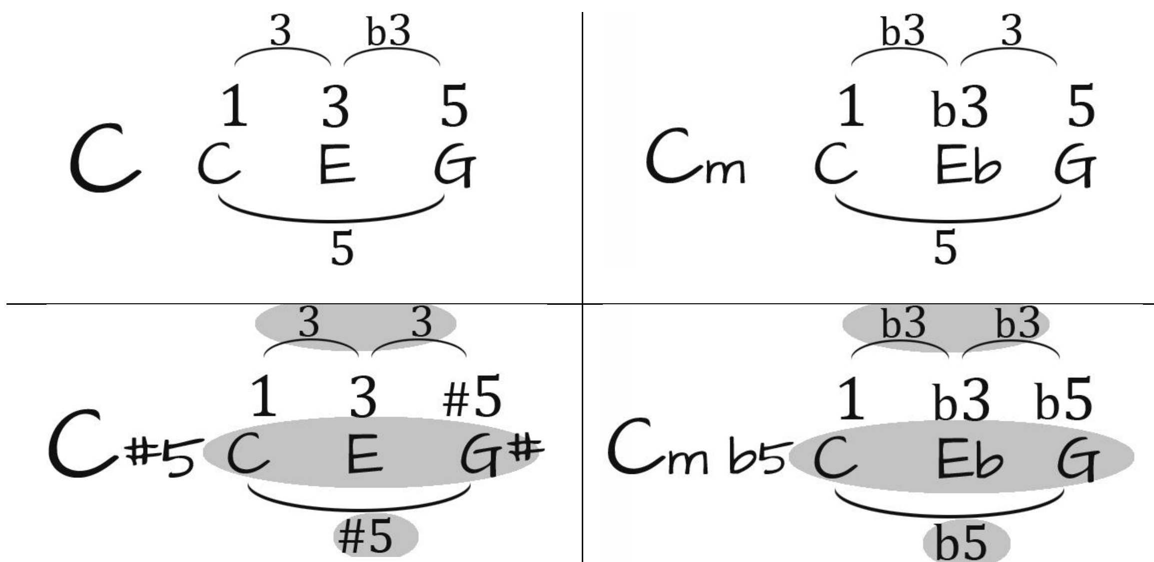
C	Eb	Gb
1	**b3**	**b5**
	1	**b3**

La tensión de las terceras menores y sobretodo el tritono existente entre la fundamental y su quinta bemol provocan la inquietante sensación de suspense que genera este acorde.

Las **cuatro triadas principales** son resultado de las **cuatro combinaciones** posibles entre **terceras mayores y menores**.

La **alternancia** de terceras mayores y menores genera la **triada mayor** y la **triada menor**. En ambos casos se produce la consonancia de quinta justa y por ese motivo son estas las triadas más estables.

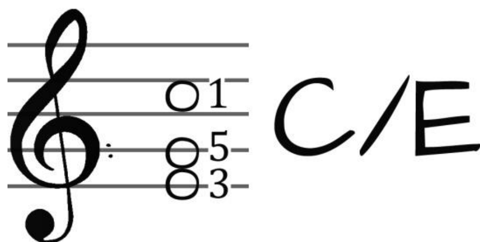
Dos terceras mayores consecutivas forman la **triada aumentada**, que contiene la quinta aumentada. Dos terceras menores consecutivas generan la **triada disminuida**, con el intervalo de quinta disminuida. En ambos casos se genera tensión y desestabilización en el acorde.



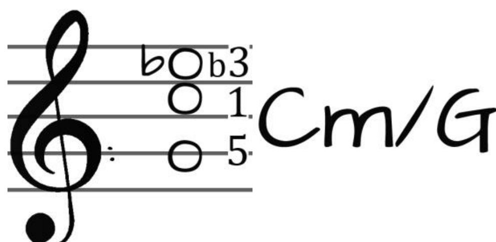
TRIADAS INVERTIDAS

Las notas de un acorde pueden distribuirse en diferentes combinaciones sin necesidad de que sea la más grave la fundamental.

En el cifrado americano para indicar cuál es la nota del acorde que ubicamos en el bajo se escribe la nota elegida a la derecha de la nota fundamental.



En este ejemplo invertimos el acorde de "Do mayor" situando el bajo en **E**, su intervalo de tercera mayor.



En este otro ejemplo, el acorde de "Do menor" con bajo en **G**, realizamos la inversión del intervalo de quinta.

En los acordes de triada existen dos posibilidades básicas de inversión. Con el bajo en la tercera *(primera inversión)* o con el bajo en la quinta *(segunda inversión).*

TRIADA MAYOR

Estado fundamental	**C**	**1**	**3**	**5**
		C	E	G
Primera inversión	**C/E**	**3**	**5**	**1**
		E	G	C'
Segunda inversión	**C/G**	**5**	**1**	**3**
		G	C'	E'

TRIADA MENOR

Cm	**1**	**b3**	**5**
	C	Eb	G
Cm/Eb	**b3**	**5**	**1**
	Eb	G	C'
Cm/G	**5**	**1**	**b3**
	G	C'	Eb'

En la **TRIADA AUMENTADA,** debido a la distribución equidistante existente entre intervalos, las inversiones son equivalentes a otra triada aumentada.

C (#5)	**1**	**3**	**#5**	**C (#5)**	**1**	**3**	**#5**
	C	E	G#		C	E	G#
C (#5)/E	**3**	**#5**	**1**	**E (#5)**	**1**	**3**	**#5**
	E	G#	C'		E	G#	**B#**
C/G#	**#5**	**1**	**3**	**G(#5)**	**1**	**3**	**#5**
	G#	C'	E'		G#	**B#**	**D##'**

Aunque las triadas aumentadas equivalentes dan lugar a la aparición de notas enarmónicas a efectos prácticos en el sistema temperado se corresponden con los mismos tres sonidos.

Como estudiamos en el capítulo *"2.3-Intervalos invertidos y complementarios*", cuando se produce una inversión las relaciones interválicas entre notas se modifican de acuerdo a sus respectivos **intervalos complementarios**.

Al invertir el intervalo de **quinta** se genera una **cuarta** entre esta nota y la fundamental. Un intervalo justo da como resultado otro intervalo justo. Un aumentado da como resultado un intervalo disminuido y viceversa.

C	G	C´
1	**5**	8
	1	**4**

C	G#	C´
1	**#5**	8
	1	**b4**

C	Gb	C´
1	**b5**	8
	1	**#4**

Al invertir el intervalo de tercera se genera un intervalo de sexta entre esta nota y la fundamental. Si la tercera es mayor, la sexta será menor y viceversa.

C	E	C´
1	**3**	8
	1	**b6**

C	Eb	C´
1	**b3**	8
	1	**6**

Aunque estudiemos los intervalos como inversión, la distancia real que existe entre notas en sentido ascendente determina la sonoridad del acorde.

C/E		
E	**G**	**C'**
3	5	**1**
1	b3	**b6**
	1	**4**

C/G		
G	**C'**	**E'**
5	**1**	3
1	**4**	**6**
	1	3

DISPOSICIONES ABIERTAS

Los acordes de triada pueden aparecer en los tres estados de inversión que acabamos de enumerar *(estado fundamental, primera inversión y segunda inversión)*, siendo la nota más grave la que lo determina *(tónica, tercera o quinta).* [3]

Sin embargo, es posible que las notas de la triada no aparezcan ordenadas por orden ascendente como hemos visto. Podemos elevar la segunda nota del acorde una octava para que esta suene como la más aguda de las tres. Cuando esto sucede hablamos de una **disposición abierta** en la triada *(en contraposición a la disposición cerrada propia de un acorde en el que las notas se ordenan por orden ascendente de aparición).*

El cifrado para estos acordes con disposición abierta es el mismo, ya que es la nota más grave la que define su estado de inversión.

ESTADO FUNDAMENTAL **C**						
Disposición cerrada				**Disposición abierta**		
1	**3**	**5**		**1**	**5**	**3**
C	E	G		C	G	E´

PRIMERA INVERSIÓN **C/E**						
Disposición cerrada				**Disposición abierta**		
3	**5**	**1**		**3**	**1**	**5**
E	G	C´		E	C´	G´

[3] Para los acordes de séptima es posible el estado de "tercera inversión" cuando la nota más grave es el intervalo de séptima)

SEGUNDA INVERSIÓN C/G						
Disposición cerrada				Disposición abierta		
5	1	3		5	3	1
G	C´	E´		G	E´	C´´

Son posibles otras disposiciones, es también habitual que incluso aparezcan notas duplicadas. En definitiva, si el acorde contiene las tres notas de una triada, esta se define por la raíz que da origen a la triada, y su estado de inversión por la nota más grave.

Las disposiciones abiertas se utilizan tanto en triadas como en tetradas, así como para otro tipo de acordes *(suspendidos, extendidos..)* [4]

TRIADAS CON TERCERAS DISMINUIDAS O AUMENTADAS

Las cuatro triadas principales se obtienen a partir de las cuatro combinaciones posibles entre terceras mayores y menores, pero si hacemos uso de **terceras aumentadas (#3**) o **disminuidas (bb3)** son posibles otros resultados. Estos intervalos no son frecuentes en la formación de acordes tonales, por lo que suele ser más sencillo y acertado sustituirlos por intervalos enarmónicos de segunda, cuarta o sexta.

Tal es el caso por ejemplo de la **triada mayor con quinta disminuida** y la **triada menor con quinta aumentada**.

C (b5)	Triada mayor con quinta disminuida		
	C	E	Gb
	1	3	b5
		1	bb3

Cm(#5)	Triada menor con quinta aumentada		
	C	Eb	G#
	1	b3	#5
		1	#3

Estas interpretaciones del acorde existen como posibilidad y son utilizadas, pero también podemos emplear sonidos enarmónicos de cuarta aumentada (**#4**) o sexta menor (**b6**) para hacer un uso justificado y quizás más coherente de estas sonoridades.

C	E	F#
1	3	#4

C	Eb	Ab
1	b3	b6

[4] En el capítulo 3.6 ampliamos el concepto de las disposiciones abiertas para estos acordes.

De hecho, en el caso de la triada menor con quinta aumentada, al entender el intervalo de quinta aumentada como sexta menor resulta más lógico y sencillo interpretar el acorde como una triada mayor en primera inversión.

Cm(#5)	**C**	**Eb**	**G#**
	1	b3	#5
		1	**#3**
Ab/C	**C**	**Eb**	**Ab**
	1	b3	b6
	3	5	**1**

3.2- ACORDES DE SÉPTIMA

Si bien el término "triada" define a los acordes de tres notas, cuando el acorde es de cuatro notas utilizamos el término **"tetrada"**.

Para los acordes de séptima añadimos una tercera más a las triadas básicas estudiadas en el capítulo anterior. Las diferentes triadas en combinación con los diferentes intervalos de séptima amplían las posibilidades de formar acordes.

Estos son los **acordes de séptima** comúnmente más utilizados: [1]

C	**C7**	**1**	**3**	**5**	**b7**	**Mayor con séptima menor**
		C	E	G	Bb	
	C maj7	**1**	**3**	**5**	**7**	**Mayor con séptima mayor**
		C	E	G	B	
Cm	**Cm 7**	**1**	**b3**	**5**	**b7**	**Menor con séptima menor**
		C	Eb	G	Bb	
	Cm (maj7)	**1**	**b3**	**5**	**7**	**Menor con séptima mayor**
		C	Eb	G	B	
Cm (b5)	**C ø**	**1**	**b3**	**b5**	**b7**	**Semidisminuido**
		C	Eb	Gb	Bb	
	C 0	**1**	**b3**	**b5**	**bb7**	**Disminuido**
		C	Eb	Gb	Bbb	
C (#5)	**Cmaj7 (#5)**	**1**	**3**	**#5**	**7**	**Aumentado con séptima mayor**
		C	E	G#	B	
	C 7 (#5)	**1**	**3**	**#5**	**b7**	**Aumentado con séptima menor**
		C	E	G#	Bb	

Al estar ordenadas por terceras las cuatro notas de una tetrada se forma una **segunda triada** entre los intervalos de **tercera, quinta y séptima**. La "consonancia" o "disonancia" de una tetrada viene determinada por las dos triadas que conviven en el acorde.

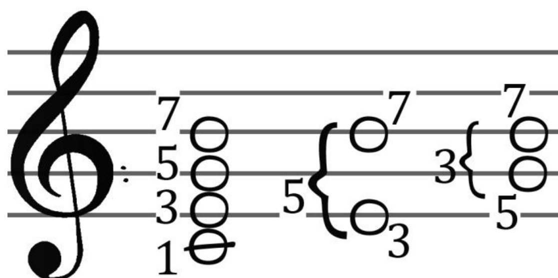
Como estudiamos en el capítulo anterior, la **alternancia de terceras mayores y menores** configura el modelo más "estable". Los intervalos quedan ordenados respetando la consonancia de las quintas justas y evitamos la formación de triadas aumentadas o disminuidas.

Desde esta perspectiva, son la tetrada mayor con séptima mayor y la tetrada menor con séptima menor las más "consonantes".

[1] En el cifrado americano de acordes el intervalo de séptima mayor (7) se cifra como "maj7" mientras que el intervalo de séptima menor (b7) se cifra como "7".

Cmaj7	3 b3 3 1 3 5 7 C E G B 5 5	**Cm7**	b3 3 b3 1 b3 5 b7 C Eb G Bb 5 5
C7	3 b3 b3 1 3 5 b7 C E G Bb 5 b5	**Cm (maj7)**	b3 3 3 1 b3 5 7 C Eb G B 5 #5
Cmaj7 (#5)	3 3 b3 1 3 #5 7 C E G# B #5 5	**Cø**	b3 b3 3 1 b3 b5 b7 C Eb Gb Bb b5 5
*Tres terceras mayores consecutivas generan un intervalo de **séptima aumentada**. Este intervalo es **enarmónico de la octava**, por lo que esta tetrada sería equivalente a una triada aumentada.* **#7 = 8**		**Co**	b3 b3 b3 1 b3 b5 bb7 C Eb Gb Bbb b5 b5
C 7 (#5)	3 3 bb3 1 3 #5 b7 C E G# Bb #5 b5		

En el acorde **MAYOR CON SÉPTIMA MAYOR** existe consonancia de quinta entre la tercera mayor y la séptima mayor y consonancia de tercera mayor entre la quinta y la séptima mayor. Esta es la razón de la suave sonoridad de este acorde.



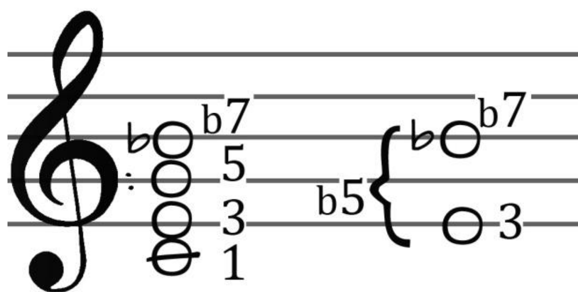
Cmaj7

*En el cifrado americano el intervalo de séptima mayor (**7**) se cifra como "**maj7**"*

C	**E**	**G**	**B**
Triada mayor			
1	**3**	5	7
Cmaj7	1	**b3**	**5**
		1	**3**
	Triada menor		

Se alternan en este acorde una triada mayor y una triada menor. No se generan disonancias de quinta aumentada o disminuida.

En el acorde **MAYOR CON SÉPTIMA MENOR** se genera tensión debido a que la séptima menor se sitúa a un tritono de distancia con respecto a la tercera mayor.



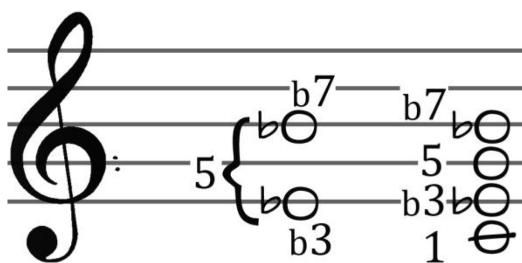
C7

*En el cifrado americano el intervalo de séptima menor (**b7**) se cifra como **7***

C	**E**	**G**	**Bb**
Triada mayor			
1	**3**	5	b7
C7	1	**b3**	**b5**
		1	**b3**
	Triada disminuida		

Se alternan en este acorde una triada mayor y una triada disminuida.

En el acorde **MENOR CON SÉPTIMA MENOR** no hay tensiones de quinta aumentada o disminuida entre intervalos.

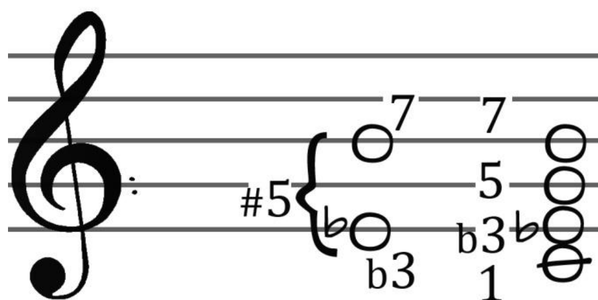


Cm7

C	**Eb**	**G**	**Bb**
Triada menor			
1	**b3**	5	b7
Cm7	1	**3**	**5**
		1	**b3**
	Triada mayor		

Se alternan una triada menor con otra mayor y se mantiene la consonancia de quintas justas entre intervalos.

En el acorde **MENOR CON SÉPTIMA MAYOR** se genera tensión debido a la quinta aumentada existente entre la tercera menor y la séptima mayor.

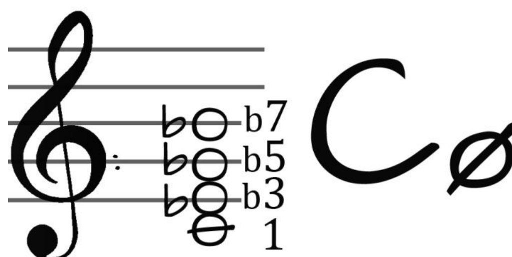


Cm(maj7)

C	Eb	G	B
Triada menor			
1	**b3**	5	7
Cm(maj7)	1	**3**	**#5**
		1	**3**
	Triada aumentada		

Conviven en el acorde una triada menor y una triada aumentada.

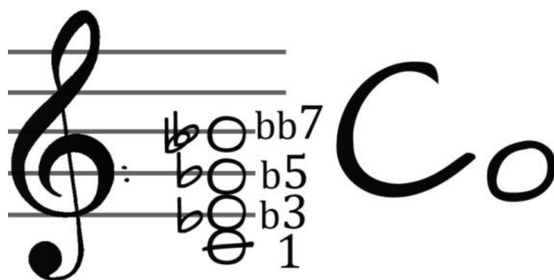
El acorde **SEMIDISMINUIDO** añade una séptima menor a la triada disminuida. Se suele cifrar con un circulito cruzado por una línea. Es un acorde asociado a tensión por la triada disminuda entre la fundamental y los intervalos de tercera menor y quinta disminuida.



C	Eb	Gb	Bb
Triada disminuida			
1	**b3**	**b5**	b7
Cø	1	**b3**	**5**
		1	**3**
	Triada menor		

Se alternan en el acorde una triada disminuida con una triada menor.

La tetrada **DISMINUIDA** se forma añadiendo a la triada disminuida una séptima disminuida. Se cifra también con el circulito, pero sin la línea cruzada del semidisminuido.



Este acorde está formado por **tres terceras menores consecutivas** y también está asociado a tensión.

C	**Eb**	**Gb**	**Bbb**
Triada disminuida			
1	**b3**	**b5**	bb7
Co	1	**b3**	**b5**
		1	**b3**
	Triada disminuida		

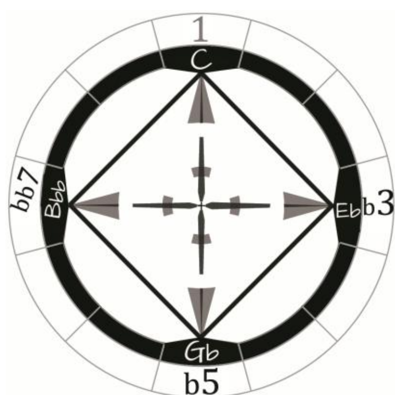
Este acorde contiene dos triadas disminuidas y en consecuencia aparecen dos tritonos.

Por esa razón las inversiones del acorde equivalen siempre a otra **tetrada disminuida**.

Co	**1**	**b3**	**b5**	**bb7**
	C	Eb	Gb	Bbb
Co/Eb	**b3**	**b5**	**bb7**	**1**
	Eb	Gb	Bbb	C
Co/Gb	**b5**	**bb7**	**1**	**b3**
	Gb	Bbb	C	Eb
Co/Bbb	**bb7**	**1**	**b3**	**b5**
	Bbb	C	Eb	Gb

Co	**1**	**b3**	**b5**	**bb7**
	C	Eb	Gb	Bbb
Ebo	**1**	**b3**	**b5**	**bb7**
	Eb	Gb	Bbb	**Dbb**
F#o	**1**	**b3**	**b5**	**bb7**
	F#	**A**	C	Eb
Ao	**1**	**b3**	**b5**	**bb7**
	A	C	Eb	Gb

Aunque las tetradas disminuidas equivalentes dan lugar a la aparición de algunas notas enarmónicas a efectos prácticos en el sistema temperado se corresponden con los mismos cuatro sonidos. El intervalo de **séptima disminuida (bb7**) es enarmónico del intervalo de **sexta mayor (6**). Es también posible encontrar este acorde con la sexta mayor en lugar de la séptima disminuida. En el capítulo ***2.9*** ya estudiamos el **acorde disminuido** y como estas cuatro notas dividen el intervalo de octava en cuatro intervalos proporcionalmente iguales entre sí.



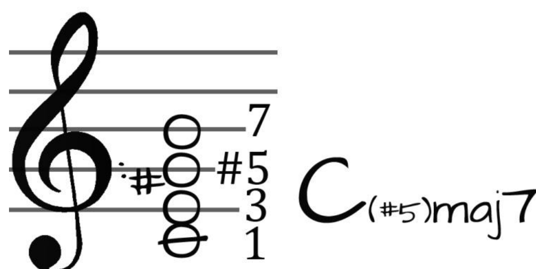
C x $\sqrt[4]{2}$ = Eb

Eb x $\sqrt[4]{2}$ = Gb

Gb x $\sqrt[4]{2}$ = Bbb

Bbb x $\sqrt[4]{2}$ = C´

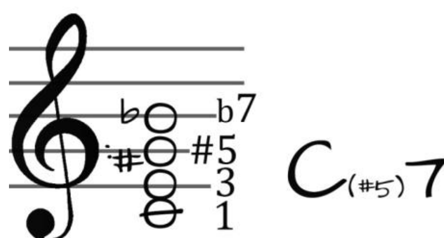
El acorde **AUMENTADO CON SÉPTIMA MAYOR** se forma con tercera mayor, quinta aumentada y séptima mayor.



Se combinan en este acorde una triada aumentada con una triada mayor.

C	E	G#	B
Triada aumentada			
1	**3**	**#5**	7
C(#5)maj7	1	**3**	**5**
		1	**b3**
	Triada mayor		

El acorde **AUMENTADO CON SÉPTIMA MENOR** se forma con tercera mayor, quinta aumentada y séptima menor.



Entre la tercera, quinta aumentada y séptima menor se genera una **triada mayor con quinta disminuida**. Como vimos en el capítulo anterior esta triada da lugar a la aparición de una **tercera disminuida,** intervalo poco utilizado en el ámbito de la música tonal. [2]

C	E	G#	Bb
Triada aumentada			
1	**3**	**#5**	**b7**
C(#5) 7	1	**3**	b5
		1	**bb3**
	Triada mayor b5		

[2] No es frecuente la aparición de este acorde en la formación de escalas modales de siete sonidos, pero como veremos en el capítulo 4.7, en armonía moderna se utilizan sonidos enarmónicos del modo Superlocrio para formar el acorde y la escala Alterada con tercera mayor, quinta disminuida, quinta aumentada, séptima menor, novena menor y novena aumentada. El acorde encaja para este caso y es común su uso.

3.3- ACORDES SUSPENDIDOS Y TRIADAS CON NOTA AGREGADA

Acordes suspendidos

Los acordes suspendidos se generan sustituyendo en una triada el intervalo de **tercera** por una **segunda mayor** o por una **cuarta justa**. Al prescindir del intervalo de tercera no definimos si el acorde es menor o mayor, lo cual provoca la sensación de suspensión y el impulso de reposar sobre alguna de las dos opciones.

Sus4

El acorde **Sus4** se construye con la fundamental y los intervalos de cuarta y quinta justa.

Csus4		
C	F	G
1	**4**	**5**

Sus2

El acorde **Sus2** se construye con fundamental, segunda mayor y quinta justa.

Csus2		
C	D	G
1	**2**	**5**

Los acordes de segunda y cuarta suspendida son verdaderamente diferentes inversiones de un mismo acorde, ya que se forman con los mismos sonidos. Al interpretar un acorde "sus4" a partir de su cuarto grado obtenemos como resultado las notas de un acorde "sus2" con la inversión en la quinta.

C sus4		
C	F	G
1	**4**	5

Fsus2/C		
C	F	G
5	**1**	2

Del mismo modo, si interpretamos un acorde sus2 a partir del quinto grado obtenemos una estructura sus4 con la inversión en la cuarta.

C sus2		
C	D	G
1	2	**5**

Gsus4/C		
C	D	G
4	5	**1**

Las notas de estos acordes también pueden ser dispuestas por cuartas o por quintas, ya que existe una relación cuartal entre sus sonidos. Por lo tanto, se pueden distribuir estas tres notas con cuatro disposiciones diferentes. [1]

[1] En el capítulo 3.7 ampliamos el concepto cuartal para la construcción de acordes. Veremos también como a través de las inversiones de las triadas cuartales es posible obtener otro tipo de acordes suspendidos. [Triadas sus #4, sus b2(b5), sus4 (b5) y sus b2].

Csus4		
C	F	G
1	4	5
	1	2

Fsus2		
F	G	C'
1	2	5
	1	4

G 4,4 [2]		
G	C'	F'
1	**4**	b7
	1	**4**

F 5,5		
F	C'	G'
1	**5**	9
	1	**5**

A los acordes suspendidos les podemos añadir un intervalo de séptima. El acorde **sus4 con séptima menor** es quizás la combinación más habitual. Entre la cuarta justa y la séptima menor se forma otro intervalo de cuarta que aumenta la hibridación del acorde. En consecuencia, añadimos un sonido más que se presta para ampliar su distribución cuartal.

Csus4 7			
C	F	G	Bb
1	**4**	5	b7
	1	2	**4**
		1	2

G 4,4,4			
G	C'	F'	Bb'
1	**4**	b7	b3
	1	**4**	b7
		1	**4**

Triadas con nota agregada

Paralelamente existe la posibilidad de construir acordes de cuatro notas que combinen una triada y un intervalo de segunda o cuarta. Las disonancias de segunda que se generan entre estos intervalos y los propios de la triada convierten estos acordes en una posibilidad a evitar en los enfoques conservadores. Para diferenciarlos de los acordes suspendidos indicamos con la abreviatura "add" la adición del intervalo agregado a la triada.

C add4			
C	E	F	G
1	3	4	5
	1	**b2**	b3
		1	**2**

Cm add2			
C	D	Eb	G
1	**2**	b3	5
	1	**b2**	4
		1	3

También es posible utilizar una cuarta aumentada, segunda menor, sexta o novena como intervalo agregado. Las relaciones interválicas entre las notas de la triada y la nota agregada definen la sonoridad del acorde en cada caso. [3]

C add b2	C	Db	E	G
C add 2	C	D	E	G
C add 4	C	E	F	G
C add #4	C	E	F#	G
C add b6	C	E	G	Ab
C add 6	C	E	G	A
C add b9	C	E	G	Db'
C add 9	C	E	G	D´

Cm add b2	C	Db	Eb	G
Cm add 2	C	D	Eb	G
Cm add 4	C	Eb	F	G
Cm add #4	C	Eb	F#	G
Cm add b6	C	Eb	G	Ab
Cm add 6	C	Eb	G	A
Cm add b9	C	Eb	G	Db'
Cm add 9	C	Eb	G	D'

[2] Como se explica en el capítulo 3.7, en este libro ciframos los acordes cuartales indicando la sucesión de intervalos que se dan en el acorde. Utilizando el cifrado americano cifraríamos G 4,4 como Gsus4,7(omit 5).

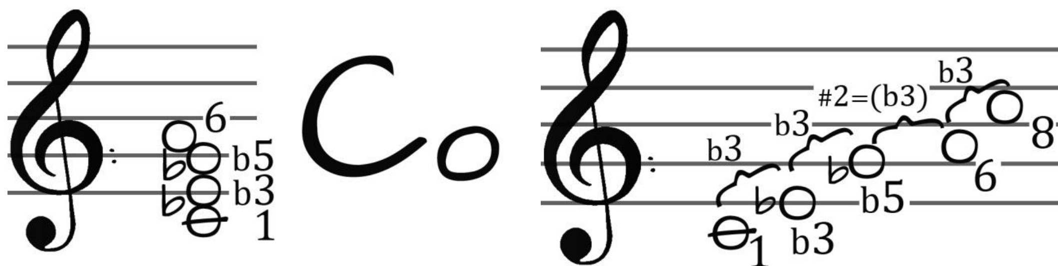
[3] Estas sonoridades entran en el ámbito de las disposiciones por segundas, que son ampliadas en el capítulo 3.8

3.4- ACORDES DE SEXTA

Los acordes de sexta se forman agregando un intervalo de sexta a una triada. En función de si la sexta es mayor o menor y de las diferentes triadas es posible obtener las siguientes combinaciones:

C	**C6**	**1**	**3**	**5**	**6**	**Mayor con sexta mayor**
		C	E	G	A	
	C (b6)	**1**	**3**	**5**	**b6**	**Mayor con sexta menor**
		C	E	G	Ab	
Cm	**Cm 6**	**1**	**b3**	**5**	**6**	**Menor con sexta mayor**
		C	Eb	G	A	
	Cm (b6)	**1**	**b3**	**5**	**b6**	**Menor con sexta menor**
		C	Eb	G	Ab	
Cm (b5)	**C o**	**1**	**b3**	**b5**	**6**	**Disminuido**
		C	Eb	Gb	A	
	C m (b5,b6)	**1**	**b3**	**b5**	**b6**	**Menor con quinta disminuida y sexta menor**
		C	Eb	Gb	Ab	
C (#5)	**C (#5,6)**	**1**	**3**	**#5**	**6**	**Aumentado con sexta mayor**
		C	E	G#	A	

El intervalo de **sexta mayor** es enarmónico del intervalo de **séptima disminuida**, por lo que también es posible construir el **acorde disminuido añadiendo una sexta mayor a la triada disminuida.**



6=bb7

La sonoridad de los acordes de sexta viene determinada por los intervalos que se generan entre las notas de la triada con respecto al intervalo de sexta. Entre los intervalos de quinta y sexta se generan intervalos de segunda, por eso es habitual omitir la quinta para evitar disonancias.

Los acordes de sexta pueden ser interpretados como acordes de séptima en primera inversión si entendemos la sexta como raíz. Los intervalos de **sexta** y **tercera** son **complementarios** entre sí y definen las equivalencias entre estos acordes.

Los acordes de **sexta mayor** equivalen a acordes de séptima con el bajo en la **tercera menor**.

C	A	C´
1	**6**	8
	1	**b3**

Los acordes de **sexta menor** equivalen a acordes de séptima con el bajo en la **tercera mayor**

C	Ab	C´
1	**b6**	8
	1	**3**

C 6					Am7/C			
C	E	G	A		C	E	G	A
1	3	5	**6**		**b3**	5	b7	1

Cm 6					A Ø /C			
C	Eb	G	A		C	Eb	G	A
1	b3	5	**6**		**b3**	b5	b7	1

Co					Ao /C			
C	Eb	Gb	A		C	Eb	Gb	A
1	b3	b5	**6**		**b3**	b5	bb7	1

C (#5) 6					Am(maj7)/C			
C	E	G#	A		C	E	G#	A
1	3	#5	**6**		**b3**	5	7	1

C (b6)					Ab(#5) maj7/C			
C	E	G	Ab		C	E	G	Ab
1	3	5	**b6**		**3**	#5	7	1

Cm (b6)					Ab maj7/C			
C	Eb	G	Ab		C	Eb	G	Ab
1	b3	5	**b6**		**3**	5	7	1

Cm (b5,b6)					Ab7/C			
C	Eb	Gb	Ab		C	Eb	Gb	Ab
1	b3	b5	**b6**		**3**	5	b7	1

Esta equivalencia entre los acordes de séptima y sexta es reversible y aunque no es habitual, podría aplicarse en sentido inverso. Los acordes de séptima se podrían interpretar entonces desde la triada que desplegamos a partir de la **tercera** con inversión en la **sexta**.

Cuando la **tercera** del acorde de séptima es **mayor**, la fundamental podría interpretarse como inversión de **sexta menor**.

C	E	C´
1	**3**	8
	1	**b6**

Cuando la **tercera** del acorde de séptima es **menor**, la fundamental podría entenderse como inversión de **sexta mayor**

C	Eb	C´
1	**b3**	8
	1	**6**

C maj7					Em/C			
C	E	G	B		C	E	G	B
1	**3**	5	7		**b6**	1	b3	5

C 7					Em(b5)/C			
C	E	G	Bb		C	E	G	Bb
1	**3**	5	b7		**b6**	1	b3	b5

C (#5)maj7					E/C			
C	E	G#	B		C	E	G#	B
1	**3**	#5	7		**b6**	1	3	5

Cm 7					Eb/C			
C	Eb	G	Bb		C	Eb	G	Bb
1	**b3**	5	7		**6**	1	3	5

Cm maj7					Eb (#5)/C			
C	Eb	G	B		C	Eb	G	B
1	**b3**	5	7		**6**	1	3	#5

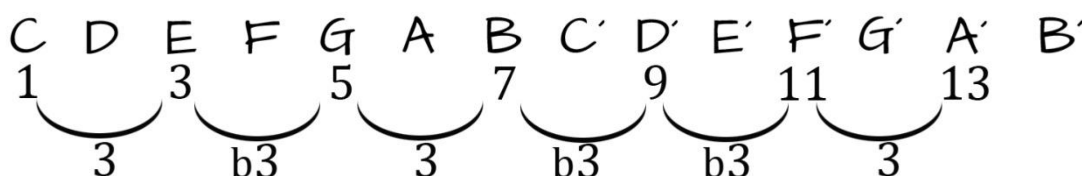
C Ø					Ebm/C			
C	Eb	Gb	Bb		C	Eb	Gb	Bb
1	**b3**	b5	b7		**6**	1	b3	5

Co					Ebo/C			
C	Eb	Gb	Bbb		C	Eb	Gb	Bbb
1	**b3**	b5	bb7		**6**	1	b3	b5

3.5- ACORDES EXTENDIDOS

Hasta mediados del siglo XIX en occidente, la estructura armónica de una pieza musical se basaba fundamentalmente en la triada mayor, menor o disminuida y en el uso para generar tensión de la tetrada mayor con séptima menor. Desde el Romanticismo tardío y a partir del Impresionismo francés y los Nacionalismos, comienzan a explorarse nuevas combinaciones en busca de sonoridades que ampliasen el espectro expresivo de la armonía musical. Los acordes con intervalos de segunda, cuarta, sexta, novena, oncena o trecena comienzan a ser explorados y empleados a finales del XIX y principios del XX. Posteriormente, este tipo de acordes serán también de uso frecuente en el Jazz y en la armonía moderna.

Continuando con la **secuencia de terceras** de una triada o tetrada, las siete notas de una escala quedan ordenadas en un registro de dos octavas omitiendo los intervalos pares. (1-3-5-7-9-11-13)



Las **segundas, cuartas** y **sextas** pasan a ser entendidas en su octava superior como **novenas, undécimas** y **decimoterceras** respectivamente.



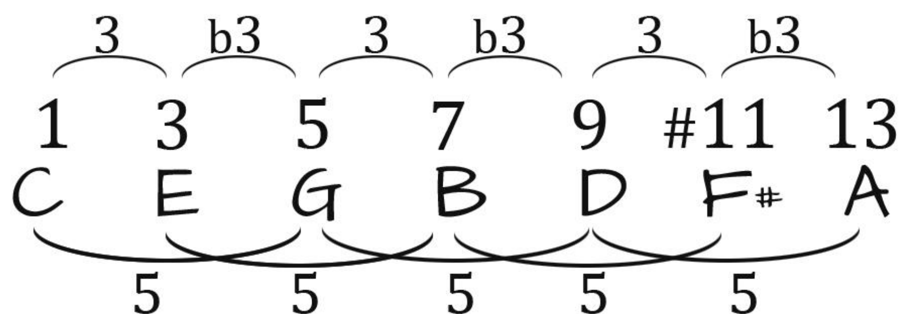
De esta manera es posible construir acordes de hasta siete notas, *(aunque es muy habitual omitir intervalos para formar acordes con cuatro sonidos).*

La sonoridad de los acordes extendidos se basa en las relaciones existentes entre los intervalos que componen el acorde. Al ordenar por terceras las notas de la escala podemos analizar el grado de consonancia o disonancia del acorde en función de las **triadas** que se generan entre sus intervalos.

Como ya sabemos, la **alternancia de terceras mayores y menores** configura el modelo más "estable". Los intervalos quedan ordenados respetando la consonancia de las quintas justas y evitamos la formación de triadas aumentadas o disminuidas.

La primera tercera de la secuencia define si el acorde es mayor o menor. Para los **MODOS MAYORES** al ordenar las siete notas de la escala alternando terceras mayores y menores obtenemos el **modo Lídio** como resultado. [1]

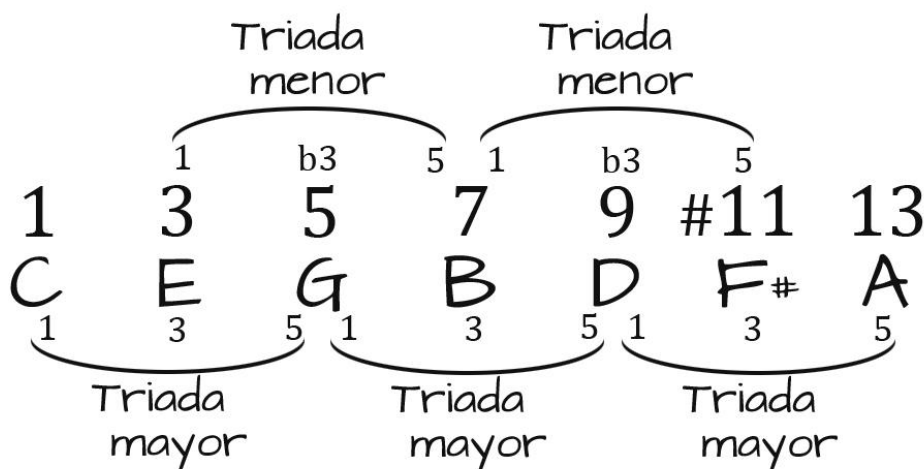
[1] Los modos griegos son explicados con detalle en la cuarta parte . Se aconseja su estudio previo para una mayor comprensión de este capítulo.



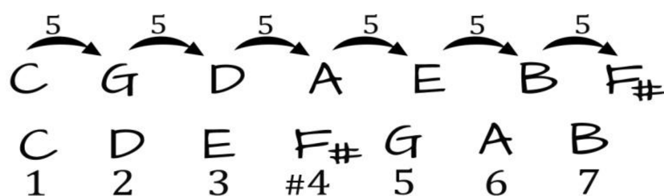
Por lo tanto, para los **acordes mayores** las extensiones consideradas como "consonantes" son la séptima mayor **(7)**, novena mayor **(9)**, undécima aumentada **(#11)** y decimotercera mayor **(13)**

1	3	5	7	9	#11	13
C	E	G	B	D	F#	A

En el modo **Lídio** al extender el acorde no aparecen triadas aumentadas o disminuidas entre sus intervalos, por esa razón se respeta la consonancia de las quintas dando lugar al acorde extendido con mayor consonancia.



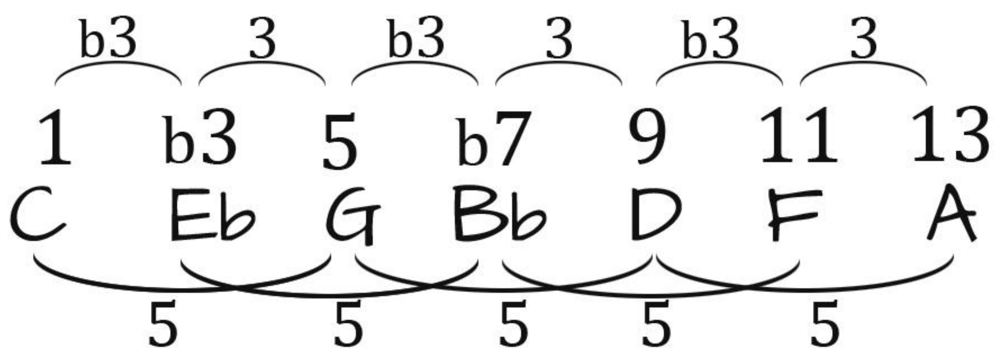
Teniendo en cuenta que el modo **Lídio** es que el que se obtiene como resultado a partir de las primeras siete notas del **círculo de quintas** resulta natural y lógica la consonancia por quintas entre intervalos.



Cabe destacar que el intervalo de **undécima aumentada** se corresponde con la **cuarta aumentada**. La cuarta aumentada se sitúa a un tritono de distancia con respecto a la fundamental, por lo que es considerado como generador de tensión. Sin embargo entendido como undécima aumentada entra en consonancia de quinta con la séptima mayor.

C	F#	B	F#´
1	**#4**	**7**	**#11**
		1	**5**

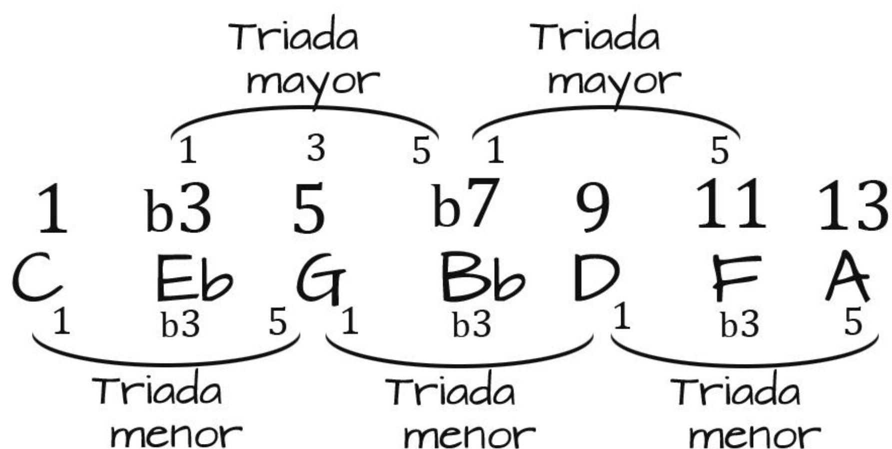
Para los **MODOS MENORES** la alternancia de terceras menores y mayores da como resultado el **modo Dórico** como modelo más "estable y consonante".



Por lo tanto, para los **acordes menores** las extensiones consideradas como "consonantes" son la séptima menor **(b7)**, novena mayor (**9)**, undécima justa **(11)** y decimotercera mayor **(13)**.

1	b3	5	b7	9	11	13
C	Eb	G	Bb	D	F	A

En el modo Dórico al extender el acorde no aparecen triadas aumentadas o disminuidas entre sus intervalos, por esa razón se respeta la consonancia de las quintas dando lugar al acorde menor extendido con mayor consonancia.



En el sistema temperado es posible ordenar todas las triadas mayores de forma alterna con todas las menores hasta cerrar el círculo de quintas.

C-E-G-B-D-F#-A-C#-E-G#-B-D#(Eb**)-F#(**Gb**)-(**A#)**Bb-Db-F-Ab-C-Eb-G-Bb-D-F-A-C**

De este modo obtenemos también los modos Lídio y Dórico en todos los tonos. Las triadas iniciales mayores se corresponden con el modo **Lid**io y las menores con el **Dór**ico.

El modo Dórico es relativo menor del modo Lídio. Se sitúa una sexta mayor por encima de este *(o lo que es lo mismo, una tercera menor por debajo*). En el gráfico se enlazan los relativos de cada tono.

Al comparar las extensiones de los modos Lídio y Dórico encontramos que la mitad de los intervalos son comunes y la otra mitad opuestos.

LÍDIO	**1**	3	**5**	7	**9**	#11	**13**
DÓRICO	**1**	b3	**5**	b7	**9**	11	**13**

Tanto para los acordes mayores como para los menores los intervalos de **quinta, novena mayor y decimotercera mayor** funcionan de manera "estable y consonante". Partiendo desde la fundamental constituyen los tres primeros sonidos del círculo de quintas al situarse a una quinta de distancia entre sí.

C	G	D'	A'
1	**5**	**9**	**13**
	1	**5**	9
		1	**5**

Los intervalos de **tercera, séptima y undécima** son los que difieren entre el modo Lídio y el Dórico. El intervalo de tercera es el que define si el modo es mayor o menor. Para los **acordes mayores** las extensiones "estables y consonantes" son la **séptima mayor (7)** y la **undécima aumentada (#11)**. Para los **acordes menores** lo son la **séptima menor (b7**) y la **undécima justa (11)**. En ambos casos los intervalos quedan ordenados entre sí a una distancia de quinta justa.

LÍDIO			
C	**E**	**B**	**F#'**
1	**3**	**7**	**#11**
	1	**5**	9
		1	**5**

DÓRICO			
C	**Eb**	**Bb**	**F'**
1	**b3**	**b7**	**11**
	1	**5**	9
		1	**5**

EXTENSIONES "DISONANTES"

La alteración de alguno de los intervalos que acabamos de estudiar como "estables y consonantes" conduce a la ruptura del equilibrio entre las quintas y en consecuencia a la aparición de triadas aumentadas o disminuidas. Las tensiones de quinta disminuida o aumentada y las novenas menores o aumentadas resultantes entre intervalos generan la desestabilización del acorde y un efecto "disonante". En muchos casos se utilizan este tipo de acordes para generar tensión adrede. Según ciertos modelos musicales se desaconseja la utilización de algunas combinaciones consideradas como "malsonantes". En cualquier caso no hemos de olvidar el componente subjetivo a la hora de hablar en términos de "consonancia-disonancia".

Para los **ACORDES MAYORES** las principales consecuencias de utilizar estos intervalos quedan resumidas en el siguiente cuadro:

C	E	G		Bb	B		Db	D		F	F#		Ab	A
1	3	5		b7	7		b9	9		11	#11		b13	13
	1	b3		b5										
	Triada dism													
	1	b3		b5			bb7							
	Tetrada disminuida													
		1		b3			b5							
		Triada dism												
				1				3			#5			
				Triada aumentada										
	1									b9				
					1			b3		b5				
					Triada dism									
					1			b3		b5			bb7	
					Tetrada dism									
		1											b9	
								1		b3			b5	
								Triada dism						

En armonía moderna el uso del intervalo de **undécima justa** para los acordes mayores suele ser desaconsejado por la tensión de novena menor que genera con respecto a la tercera mayor. Si además aparece la séptima mayor en el acorde se suma el conflicto de tritono con respecto a este intervalo. [2]

C	E	B	F'
1	3	7	11
	1		b9
		1	b5

La **tetrada disminuida** aparece en el acorde mayor con séptima menor y novena menor entre los intervalos de **tercera mayor, séptima menor y novena menor**. Este acorde es de uso muy común como **dominante** en las tonalidades menores. [3]

C7 (b9)	C	E	G	Bb	Db
	1	3	5	b7	b9
		1	b3	b5	bb7
		Tetrada dism			

[2] Además este acorde se daría en el primer grado de la tonalidad mayor, que suele asociarse a un estado de reposo, por lo que esta disonancia puede generar una desestabilización no deseada.

[3] La función tonal del dominante es la de generar tensión para resolver después sobre el acorde de tónica. Las funciones tonales son explicadas con detalle en la cuarta parte de este estudio.

Es también un recurso habitual añadir una extensión de decimotercera o undécima aumentada al **acorde de dominante** para acentuar más su tensión. A menudo se utiliza invertido por disposiciones cuartales omitiendo los intervalos de quinta y novena. [4]

C7 (b13)	C	Bb	E	Ab
	1	b7	3	b13

C7 (13)	C	Bb	E	A
	1	b7	3	13

C7 (#11)	C	Bb	E	F#
	1	b7	3	#11

En los **ACORDES MENORES** el uso de las "tensiones disonantes" genera principalmente las siguientes triadas aumentadas o disminuidas entre intervalos.

C	Eb	G		Bb	B		Db	D		F	F#		Ab	A
1	b3	5		b7	7		b9	9		11	#11		b13	13
	1	3			#5									
	Triada aum													
		1		b3			b5							
		Triada dism												
	1										#9			
				1				3			#5			
				Triada aum										
		1											b9	
								1		b3			b5	
								Triada dism						

[4] La disposición cuartal de estos acordes es analizada en el capítulo 3.7.

OTRAS COMBINACIONES

Tanto para los acordes mayores como para los menores, el uso de **terceras aumentadas o disminuidas** entre intervalos genera la posibilidad de conseguir otras combinaciones diferentes. Como vimos en el capítulo *"3.1- Acordes de triada"* el uso de estas terceras puede dar lugar a la **triada mayor con quinta disminuida** y la **triada menor con quinta aumentada.**

C (b5)	Triada mayor (b5)		
	C	E	Gb
	1	3	b5
		1	bb3

Cm(#5)	Triada menor (#5)		
	C	Eb	G#
	1	b3	#5
		1	#3

En el ámbito de la música tonal no es habitual encontrarse con estas triadas. Las terceras aumentadas y disminuidos aparecen pocas veces en la formación de escalas modales de siete sonidos.

Esta situación se da por ejemplo en el **acorde mayor con séptima menor y novena aumentada.** Entre los intervalos de quinta justa, séptima menor y novena aumentada se forma una triada menor con quinta aumentada.

C7 (#9)	C	E	G	Bb	D#
	1	3	5	b7	#9
			1	b3	#5
				1	#3
			Triada menor (#5)		

Por otro lado, los acordes suspendidos, aumentados, disminuidos o semidisminuidos y los acordes de sexta también pueden combinarse con extensiones.

El **acorde mayor con sexta mayor y novena mayor** es un ejemplo bastante común. Es habitual la omisión del intervalo de quinta. Los saltos de cuarta que se generan entre la tercera mayor, la sexta y la novena definen su sonido. [5]

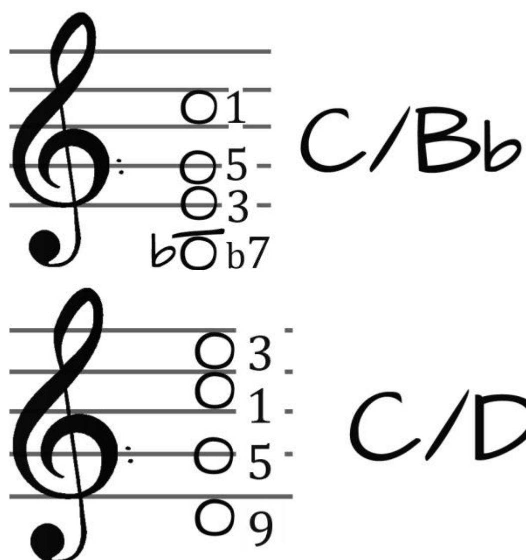
C 6,9	C	E	A	D
	1	3	6	9
		1	4	b7
			1	4

Al utilizar acordes que acumulan gran cantidad de extensiones hemos de tener en cuenta que aumenta la ambigüedad y la posibilidad de encontrar una interpretación más sencilla como **acorde invertido**. Las combinaciones posibles son múltiples, y cuanto más compleja resulta la estructura de un acorde, mayor es también la posibilidad de interpretarlo desde otro punto de vista. En cualquier caso, las relaciones interválicas entre las notas que construyen el acorde definen siempre su sonoridad.

[5] También ampliamos la disposición cuartal de este acorde en el capítulo 3.7

3.6- INVERSIÓN DE ACORDES Y DISPOSICIONES ABIERTAS.

Las **inversiones** y las disposiciones abiertas multiplican las posibilidades expresivas de los acordes. Al quedar invertidas las relaciones interválicas entre notas la sonoridad resultante es diferente. No solo los intervalos de tercera y quinta son utilizados para realizar una inversión y definir la nota más grave. También es posible utilizar intervalos de novena, cuarta, sexta o séptima. [1]



"Do mayor" con el bajo en "Si bemol"
En este ejemplo la inversión del acorde se realiza sobre la séptima menor. *(Acorde en tercera inversión)*

"Do mayor" con bajo en "Re". Inversión del acorde con la novena *(o segunda*) en el bajo.

En los acordes con más de tres notas se multiplican las posibilidades de emplear **disposiciones abiertas**, por lo que un mismo cifrado puede ser empleado con diferentes disposiciones. Ponemos como ejemplo un acorde de tetrada en sus cuatro estados de inversión posibles *(Estado fundamental, primera inversión, segunda inversión y tercera inversión).*

ESTADO FUNDAMENTAL C 7			
1	**3**	**5**	**b7**
C	E	G	Bb
1	**3**	**b7**	**5**
C	E	Bb	G'
1	**5**	**b7**	**3**
C	G	Bb	E´
1	**5**	**3**	**b7**
C	G	E´	Bb´
1	**b7**	**3**	**5**
C	Bb	E´	G´
1	**b7**	**5**	**3**
C	Bb	G´	E´´

PRIMERA INVERSIÓN C 7/E			
3	**5**	**b7**	**1**
E	G	Bb	C
3	**5**	**1**	**b7**
E	G	C´	Bb´
3	**b7**	**1**	**5**
E	Bb	C´	G´
3	**b7**	**5**	**1**
E	Bb	G´	C´´
3	**1**	**5**	**b7**
E	C´	G´	Bb´
3	**1**	**b7**	**5**
E	C´	Bb´	G´´

[1] En el capítulo 3.1 definimos los conceptos de inversión y disposición abierta a partir de los acordes de triada. Este capítulo es una ampliación para comprender mejor cómo se aplican estos conceptos en acordes más complejos.

SEGUNDA INVERSIÓN C 7/G			
5	**b7**	**1**	**3**
G	Bb	C´	E´
5	**b7**	**3**	**1**
G	Bb	E´	C´´
5	**1**	**3**	**b7**
G	C´	E´	Bb´
5	**1**	**b7**	**3**
G	C´	Bb	E´´
5	**3**	**b7**	**1**
G	E´	Bb´	C´´
5	**3**	**1**	**b7**
5	E´	C´´	Bb´´

TERCERA INVERSIÓN C/Bb			
b7	**1**	**3**	**5**
Bb	C´	E´	G´
b7	**1**	**5**	**3**
Bb	C´	G´	E´´
b7	**3**	**5**	**1**
Bb	E´	G´	C´´
b7	**3**	**1**	**5**
Bb	E´	C´´	G´´
b7	**5**	**1**	**3**
Bb	G´	C´´	E´´
b7	**5**	**3**	**1**
Bb	G´	E´´	C´´´

Como estudiamos en el capítulo *"2.3-Intervalos invertidos y complementarios*", cuando se produce una inversión las relaciones interválicas entre notas se modifican de acuerdo a sus respectivos **intervalos complementarios**.

#4 ——— b5
4 ——— 5
b4 ——— #5

3 ——— b6
b3 ——— 6

#2 ——— bb7
2 ——— b7
b2 ——— 7

Aunque estudiemos como inversión la alteración del orden de las notas, al analizar en sentido ascendente los intervalos entendemos mejor la sonoridad del acorde. Recordemos que entre intervalos complementarios los mayores quedan asociados a los menores y viceversa, los justos a otro justo y los disminuidos a un aumentado. Como consecuencia, la inversión de un intervalo puede generar un efecto muy diferente.

Por ejemplo, al realizar la inversión del séptimo grado, las relaciones entre esta nota y las demás se modifican conforme a la relación entre complementarios.

C - Bb = **b7** _____ Bb - C = **2**
E - Bb = **b5** _____ Bb - E = **#4**
G - Bb = **b3** _____ Bb - G = **6**

C/Bb	Bb	C	E	G
	b7	1	3	5
	1	**2**	**#4**	**6**

HIBRIDACIÓN

Las inversiones y las disposiciones abiertas pueden propiciar la posibilidad de encontrar una segunda forma de entender el acorde. Esta situación se da por ejemplo entre los acordes de sexta y séptima como tuvimos ocasión de comprobar en el capítulo *"3.4- Acordes de sexta"*. La primera inversión de un acorde de séptima puede conducirnos a su interpretación como acorde de sexta.

Am7/C					C 6			
C	**E**	**G**	**A**		**C**	**E**	**G**	**A**
b3	5	7	1		1	3	5	**6**

Así mismo, la inversión de un acorde sobre la sexta se puede interpretar de manera más sencilla como un acorde de séptima.

Eb/C					Cm 7			
C	**Eb**	**G**	**Bb**		**C**	**Eb**	**G**	**Bb**
6	1	3	5		1	**b3**	5	7

Como vimos en el capítulo **3.3** esta situación también se da entre los acordes suspendidos "sus 2" y "sus 4", ya que en realidad definen al mismo acorde cuartal en diferentes estados de inversión y sus notas pueden ser dispuestas de cuatro maneras distintas:

Csus4		
C	**F**	**G**
1	4	5
	1	2

Fsus2		
F	**G**	**C'**
1	2	5
	1	4

G 4,4		
G	**C'**	**F'**
1	**4**	b7
	1	**4**

F 5,5		
F	**C'**	**G'**
1	**5**	9
	1	**5**

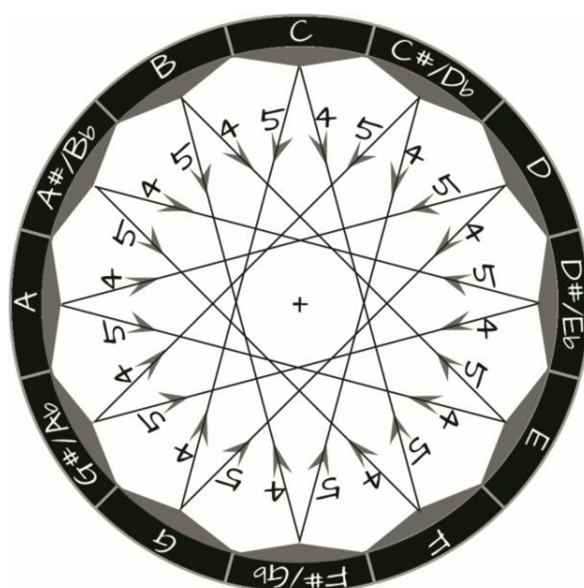
Los acordes invertidos que acumulan gran cantidad de extensiones aumentan su ambigüedad y la posibilidad de ser interpretados de otra manera. En cualquier caso, como ya hemos comentado anteriormente, las combinaciones posibles son múltiples y cuanto más compleja resulta la estructura de un acorde, mayor es también su hibridación.

3.7- DISPOSICIONES POR CUARTAS.

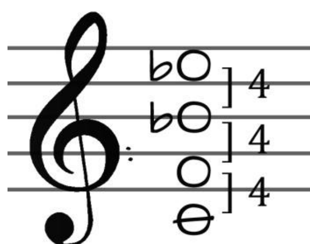
Los **acordes cuartales** se construyen disponiendo por saltos de cuarta las notas en lugar de utilizar las clásicas terceras de los acordes convencionales. Comienzan a ser utilizados por los músicos impresionistas a finales del siglo XIX y son un recurso muy habitual en el ámbito jazzístico actual. El cifrado americano está diseñado en origen para nombrar los acordes a partir de la disposición por terceras, por lo que los acordes cuartales son a veces complicados de cifrar con este sistema. [1]

Las cuartas justas y aumentadas son las que se utilizan para generar su efecto característico, puesto que la cuarta disminuida por enarmonía tiene el sonido propio de una tercera mayor.

La disposición por **cuartas justas** permite acceder a los doce sonidos del temperamento igual, ya que nos desplazamos a través del círculo de cuartas-quintas.



Por esa razón, al invertir la disposición de las notas de un acorde cuartal las notas se ordenan por saltos de quinta.





C 4,4,4			
C	**F**	**Bb**	**Eb'**
1	**4**	**b7**	**b3**
	1	**4**	b7
		1	**4**

Eb 5,5,5			
Eb	**Bb**	**F'**	**C'**
1	**5**	**9**	**13**
	1	**5**	9
		1	**5**

[1] Para su cifrado en este capítulo indicamos la nota de origen y la sucesión de intervalos que se dan en el acorde.

Comparativamente, los sonidos ordenados por cuartas justas generan mayor tensión que cuando se ordenan por quintas justas. Mientras que la serie de quintas conduce a la aparición de los intervalos mayores del primer sonido, la serie de cuartas da lugar a la aparición de los intervalos menores.

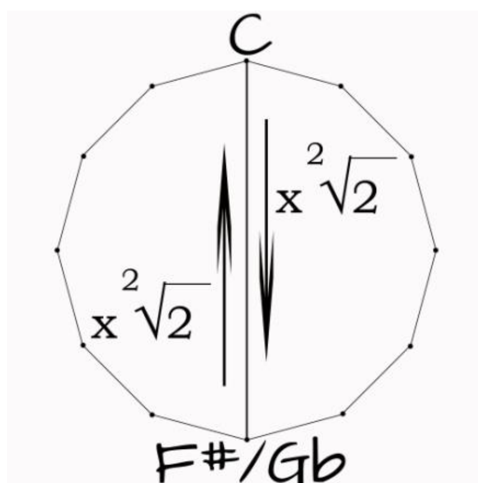
Cuartas justas

1	**4**	**b7**	**b3**	**b6**	**b2**	**b5**

Quintas justas

1	**5**	**2**	**6**	**3**	**7**	**#4**

Las **cuartas aumentadas** no permiten realizar una serie de notas diferentes consecutivas, puesto que al aplicar dos tritonos seguidos volvemos a la nota original. La inversión de una cuarta aumentada genera una quinta disminuida, obtenemos en ambos casos el mismo salto de tritono.



Pero es posible alternar saltos de cuarta justa con saltos de cuarta aumentada.



C 4,#4,4,4				
C	**F**	**B**	**E'**	**A'**
1	**4**	**7**	**3**	**13**
	1	**#4**	7	3
		1	**4**	b7
			1	**4**

Mediante la combinación de cuartas justas y aumentadas se forman **tres triadas cuartales:** [2]

C 4,4		
C	**F**	**Bb**
1	**4**	b7
	1	**4**

C 4,#4		
C	**F**	**B**
1	**4**	7
	1	**#4**

C #4,4		
C	**F#**	**B**
1	**#4**	7
	1	**4**

La primera con dos cuartas justas seguidas, la segunda con una cuarta justa seguida de una cuarta aumentada, y la tercera con una cuarta aumentada seguida de una cuarta justa.

[2] Empleando cifrado americano serían Csus4, 7(omit 5) Csus4 maj7(omit 5) y C sus#4 maj7(omit5)

En el capítulo 3.3 vimos que los acordes suspendidos y los acordes cuartales son en realidad inversiones de un mismo acorde. Tres sonidos con relación de cuarta justa podían ser dispuestos de cuatro maneras distintas:

G 4,4		
G	C'	F'
1	**4**	b7
	1	**4**

F 5,5		
F	C'	G'
1	**5**	9
	1	**5**

Csus4		
C	F	G
1	4	5
	1	2

Fsus2		
F	G	C'
1	2	5
	1	4

Estas disposiciones reflejan cuáles son las cuatro posibles inversiones para una triada cuartal del tipo 4,4. A partir de las inversiones de las otras dos triadas cuartales vamos a obtener más posibilidades para la formación de acordes suspendidos. Son las siguientes:

G 4,#4		
G	C'	#F'
1	**4**	7
	1	**#4**

F# b5,5		
F#	C'	G'
1	**b5**	b9
	1	**5**

Csus#4		
C	F#	G
1	**#4**	5
	1	b2

F# sus b2(b5)		
F#	G	C'
1	**b2**	**b5**
	1	4

G #4,4		
G	C#'	F#'
1	**#4**	7
	1	**4**

F# 5,b5		
F#	C#'	G'
1	**5**	b9
	1	**b5**

C# sus4(b5)		
C#	F#	G
1	4	**b5**
	1	b2

F#sus b2		
F#	G	C#'
1	**b2**	5
	1	#4

Para aplicar un enfoque unificado a la hora de tocar sobre las triadas suspendidas, puede ser de gran ayuda tener claro desde qué grado parte la triada cuartal original. En las triadas sus4 van a partir siempre del quinto grado, mientras que en las triadas sus2 lo harán del segundo.

Iºsus4 = Vº 4,4	**Iºsus#4 = Vº 4,#4**	**Iºsus4(b5) = bVº #4,4**
Iºsus2 = IIº 4,4	**Iºsusb2(b5) = bIIº 4,#4**	**Iºsusb2 = bIIº #4,4**

Es igualmente útil saber que a partir del cuarto grado del sus4 se sitúa el sus2 y que a partir del quinto grado del sus2 se sitúa el sus4.

Iºsus4 = IVºsus2	**Iºsus#4 = #IVºsus b2(b5)**	**Iºsus4(b5) = IVº sus b2**
Iºsus2 = Vºsus4	**Iºsus b2 (b5) = bVºsus #4**	**Iºsus b2 = Vº sus4(b5)**

En la triada cuartal, la inversión sus4 se sitúa en el cuarto grado, mientras que la inversión sus2 se sitúa en el séptimo.

Iº 4,4 = IVºsus4	**Iº 4,#4 = IVºsus#4**	**Iº #4,4 = #IVºsus4(b5)**
Iº 4,4= bVIIºsus2	**Iº 4,#4= VIIºsus b2(b5)**	**Iº #4,4= VIIºsus b2**

La cuarta parte de este estudio se destina al análisis de los diferentes modos aplicando el enfoque tradicional por terceras para establecer los principales acordes asociados a cada uno.

Considerando que se aporta información de interés, a continuación desarrollamos la aplicación de estas estructuras cuartales que acabamos de exponer para el primer grado de los modos propios de los complejos Diatónico, Armónico Menor y Melódico Menor, así como el desglose de las escalas por cuartas y por quintas. [3]

COMPLEJO DIATÓNICO

Jon	4,**#4**,4,4,4,4,4	5,5,5,5,5,**b5**,5	Sus4	Sus2
	4,**7**,3,6,2,5,8	5,2,6,3,7,**4**,8		
Dor	4,4,4,**#4**,4,4,4	5,5,5,**b5**,5,5,5	Sus4	Sus2
	4,b7,b3,**6**,2,5,8	5,2,6,**b3**,b7,4,8		
Frig	4,4,4,4,4,**#4**,4	5,**b5**,5,5,5,5,5	Sus4	**Sus b2**
	4,b7,b3,b6,b2,**5**,8	5,**b2**,b6,b3,b7,4,8		
Lid	**#4**,4,4,4,4,4,4	5,5,5,5,5,5,**b5**	**Sus#4**	Sus2
	#4,7,3,6,2,5,8	5,2,6,3,7,**#4**,8		
Mix	4,4,**#4**,4,4,4,4	5,5,5,5,**b5**,5,5	Sus4	Sus2
	4,b7,**3**,6,2,5,8	5,2,6,3,**b7**,4,8		
Eol	4,4,4,4,**#4**,4,4	5,5,**b5**,5,5,5,5	Sus4	Sus2
	4,b7,b3,b6,**2**,5,8	5,2,**b6**,b3,b7,4,8		
Loc	4,4,4,4,4,4,#**4**	**b5**,5,5,5,5,5,5	**Sus4 (b5)**	**Sus b2 (b5)**
	4,b7,b3,b6,b2,b5,**8**	**b5**,b2,b6,b3,b7,4,8		

En los complejos Armónica Menor y Melódica menor van a aparecer nuevas triadas suspendidas derivadas de los saltos de **cuarta disminuida** y **quinta aumentada** que se generan entre intervalos. Sin embargo, estas disposiciones no suelen ser entendidas por su sonoridad dentro del ámbito cuartal, ya que por enarmonía tendrán el sonido propio de una tercera mayor/sexta menor.

Iº #4,b4 = #IVºsusb4(b5)= bVIIºsus2 (#5)

Iº b4,#4 = bIVºsus#4(b5) = bVIIºsus2(b5)

Iº b4,4 = bIVºsus4(#5) = bbVIIºsus#2

Iº b4,4 = VIºm Triada menor (Por enarmonía)

Iº 4,b4 = IVº Triada mayor (Por enarmonía)

[3] Sobreentendemos el estudio previo de estos complejos que se desarrolla en la cuarta parte.

COMPLEJO ARMÓNICA MENOR

Arm menor	4,**#4**,**b4**,4,**#4**,4,4	5,5,**b5**,5,**#5,b5**,5	Sus4	Sus2
	4,**7,b3**,b6,**2**,5,8	5,2,**b6**,b3,**7,4,**8		
Loc 6	4,4,4,**#4**,**b4**,4,**#4**	**b5**,5,**#5,b5**,5,5,5	**Sus4 (b5)**	**Sus b2(b5)**
	4,b7,b3,**6,b2**,b5,**8**	**b5**,b2,**6,b3**,b7,4,8		
Jon #5	4,**#4**,4,4,4,**#4**,**b4**	**#5,b5**,5,5,5,**b5**,5	**Sus4 (#5)**	**Sus2 (#5)**
	4,**7**,3,6,2,**#5,8**	**#5,2**,6,3,7,**4**,8		
Dor #4	**#4**,**b4**,4,**#4**,4,4,4	5,5,5,**b5**,5,**#5,b5**	**Sus#4**	Sus2
	#4,b7,b3,**6**,2,5,8	5,2,6,**b3**,b7,**#4,8**		
Frig maj	4,4,**#4**,**b4**,4,**#4**,4	5,**b5**,5,**#5,b5**,5,5	Sus4	**Sus b2**
	4,b7,**3,b6**,b2,**5**,8	5,**b2**,b6,**3,b7**,4		
Lid #2	**#4**,4,4,4,**#4**,**b4**,4	5,**#5,b5**,5,5,5,**b5**	**Sus#4**	**Sus#2**
	#4,7,3,6,**#2,5**,8	5**,#2,6**,3,7,#4,**8**		
Loc b4 dim7	**b4**,4,**#4**,4,4,4,**#4**	**b5**,5,5,5,**b5**,5,**#5**	**Sus b4(b5)**	**Sus b2(b5)**
	b4,bb7,**b3**,b6,b2,b5,**8**	**b5**,b2,b6,b3,**bb7**,b4,**8**		

COMPLEJO MELÓDICA MENOR

Mel menor	4,**#4**,**b4**,**#4**,4,4,4	5,5,5,**b5**,**#5,b5**,5	Sus4	Sus2
	4,**7,b3,6**,2,5,8	5,2,6,**b3,7,4,**8		
Frig 6/ Dor b9	4,4,4,**#4**,**b4**,**#4**,4	5,**b5**,**#5**,**b5**,5,5,5	Sus4	**Sus b2**
	4,b7,b3,**6,b2,5**,8	5,**b2,6,b3**,b7,4,8		
Lid #5	**#4**,4,4,4,4,**#4**,**b4**	**#5,b5**,5,5,5,5,**b5**	**Sus#4 (#5)**	**Sus2 (#5)**
	#4,7,3,6,2,**#5,8**	**#5,2**,6,3,7,#4,**8**		
Mix #4/ Lid b7	**#4**,**b4**,**#4**,4,4,4,4	5,5,5,5,**b5**,**#5,b5**	**Sus#4**	Sus2
	#4,b7,3,6,2,5,8	5,2,6,3,**b7,#4,8**		
Eol maj/Mixo b6	4,4,**#4**,**b4**,**#4**,4,4	5,5,**b5**,**#5,b5**,5,5	Sus4	Sus 2
	4,b7,**3,b6,2**,5,8	5,2,**b6,3,b7**,4,8		
Loc 9/ Eol b5	4,4,4,4,**#4**,**b4**,**#4**	**b5**,**#5,b5**,5,5,5,5	**Sus4 (b5)**	**Sus2 (b5)**
	4,b7,b3,b6,**2,b5,8**	**b5,2,b6**,b3,b7,5,8		
Superloc	**b4**,**#4**,4,4,4,4,**#4**	**b5**,5,5,5,5,**b5**,**#5**	**Sus b4(b5)**	**Sus b2 (b5)**
	b4,**b7**,b3,b6,b2,b5,**8**	**b5**,b2,b6,b3,b7,**b4,8**		

Las disposiciones por cuartas pueden también combinarse con otros intervalos. De esta manera conseguimos insertar estas sonoridades entre acordes muy convencionales, como ya hemos tenido ocasión de comprobar en algunos ejemplos de los capítulos anteriores.

Este caso se da por ejemplo en los acordes mayores con sexta y novena. Disponiendo las notas por cuartas justas a partir de la tercera mayor construimos el acorde. [4]

C 6,9	**C**	**E**	**A**	**D'**	**G'**	**C''**
	1	**3**	**6**	**9**	**5**	**1**
		1	**4**	b7	b3	b6
			1	**4**	b7	b3
				1	**4**	b7
					1	**4**

Obtenemos un acorde menor con las mismas tensiones (6,9) disponiendo por cuartas las notas a partir del intervalo de séptima menor. *(Con un salto #4 en segunda posición)*

Cm7 (6,9)	**C**	**Bb**	**Eb'**	**A'**	**D''**	**G''**	**C'''**
	1	**b7**	**b3**	**6**	**9**	**5**	**1**
		1	**4**	7	3	6	9
			1	**#4**	7	3	6
				1	**4**	b7	b3
					1	**4**	b7
						1	**4**

Para conseguir un acorde cuartal de dominante, disponemos las notas también a partir del intervalo de séptima menor, pero realizamos el salto de cuarta aumentada en primer lugar.

C7 (13,9)	**C**	**Bb**	**E'**	**A'**	**D''**	**G''**	**C'''**
	1	**b7**	**3**	**13**	**9**	**5**	**1**
		1	**#4**	7	3	6	9
			1	**4**	b7	b3	b6
				1	**4**	b7	b3
					1	**4**	b7
						1	**4**

El ejemplo anterior es apropiado como dominante en la tonalidad mayor. Para la tonalidad menor se adapta mejor el mismo acorde pero con la decimotercera menor. Para ello es necesario insertar un salto de cuarta disminuida desde la tercera mayor.

C7 (b13,b9)	**C**	**Bb**	**E'**	**Ab'**	**Db''**	**G''**	**C'''**
	1	**b7**	**3**	**b13**	**b9**	**5**	**1**
		1	**#4**	b7	b3	6	9
			1	**b4**	bb7	b3	b6
				1	**4**	7	3
					1	**#4**	7
						1	**4**

[4] Desplegamos la disposición cuartal en los ejemplos hasta alcanzar la nota raíz, pero lo habitual es omitir los dos o tres últimos sonidos. (9,5,8)

3.8- DISPOSICIONES POR SEGUNDAS Y "CLUSTERS".

Hasta finales del s. XIX los intervalos de segunda suelen evitarse en la formación de acordes por ser considerados como generadores de disonancia *(especialmente los de segunda menor)*. La crisis de la tonalidad y la experimentación en los inicios del siglo XX amplían la tolerancia auditiva y los compositores hacen uso de los recursos a su alcance con una libertad cada vez mayor. Aunque existen anecdóticos antecedentes históricos, el concepto de "cluster" adquiere su sentido durante las primeras décadas del s.XX. La traducción literal de este término es "racimo", haciendo alusión al conglomerado de notas simultáneas a distancia de semitono, de tono, o incluso a distancias microtonales. Su aplicación ha sido entendida desde las diversas perspectivas vanguardistas que han tenido lugar a lo largo del s.XX, como el politonalismo, el atonalismo, dodecafonismo, incluso en el jazz, donde es también un recurso habitual.

Henry Cowell está considerado entre los pioneros en el uso de esta técnica. En su libro *"Nuevos recursos musicales"* escrito durante la década de los 20 y publicado en 1930, dedica un extenso capítulo al estudio y la formación de acordes cluster.

La micropolifonía de G. Ligeti en los años sesenta se basa en el desarrollo de masas sonoras que evolucionan con el leve movimiento de intervalos a distancias de segunda generando texturas nebulosas en un lento flujo armónico. Ligeti crea para la orquesta sinfónica clusters de hasta cinco octavas de recorrido en alguna de sus composiciones..

A lo largo de los capítulos anteriores, nos hemos encontrado con diversas situaciones en las que aparecen intervalos de segunda en la formación de acordes. Sucede en los acordes suspendidos así como en las triadas con intervalos de segunda, cuarta o sexta agregada. En estos casos hablamos de disposiciones mixtas que combinan saltos de tercera o cuarta con saltos de segunda.

En la formación de triadas por intervalos de segunda mayor o menor, se generan estas cuatro combinaciones: [1]

C 2,2		
C	D	E
1	2	3
	1	2

C 2,b2		
C	D	Eb
1	2	b3
	1	b2

C b2,2		
C	Db	Eb
1	b2	b3
	1	2

C b2,b2		
C	Db	Ebb
1	b2	bb3
	1	b2

La inversión de estas opciones generan saltos de sexta y séptima entre intervalos:

D	E	C'
1	2	b7
	1	b6

D	Eb	C'
1	b2	b7
	1	6

Db	Eb	C'
1	2	7
	1	6

Db	Ebb	C'
1	b2	7
	1	#6

E	C'	D'
1	b6	b7
	1	2

Eb	C'	D'
1	6	7
	1	2

Eb	C'	Db'
1	6	b7
	1	b2

Ebb	C'	Db'
1	#6	7
	1	b2

[1] No tenemos en cuenta la segunda aumentada, puesto que por enarmonía su sonoridad es similar a una tercera menor.

En las escalas modales no es frecuente la sucesión de dos intervalos de segunda menor seguidos, pero es posible construir acordes por segundas empleando los intervalos propios de las escalas para un uso tonal y modal de estas sonoridades.

3.9- POLIACORDES

Un poliacorde se forma por la combinación de dos o más acordes interpretados simultáneamente. Los poliacordes generan complejas masas sonoras derivadas de las relaciones interválicas existentes entre las notas que se combinan. Su uso comienza en el Romanticismo tardío y será empleado con frecuencia por los compositores del siglo XX.

La complejidad de su ejecución en un solo instrumento lo convierte en un recurso propio de composiciones orquestales, siendo también bastante habitual entre pianistas (ya que para este instrumento no resulta complicado).

El uso de poliacordes no implica necesariamente un contexto politonal. Esto sucede cuando los subacordes que lo forman se asocian a centros tonales separados. [1]

Aunque es posible la formación de poliacordes de tres y hasta cuatro subacordes, los más frecuentes son los de dos. El cifrado más extendido separa los dos *(o más)* subacordes que lo componen con una barra horizontal *(como si de una fracción se tratara)*. El subacorde de abajo se ubica entre los sonidos graves *(mano izquierda en el piano)* y el subacorde de arriba entre los agudos *(mano derecha en el piano)*.



También se emplea en su lugar una barra diagonal situando a la izquierda el subacorde de arriba y a la derecha el de abajo, pero este cifrado puede provocar confusión con el cifrado tradicional de los acordes invertidos.

Algunos autores solo consideran el poliacorde como tal cuando los subacordes están claramente separados. Otros en cambio consideran la posibilidad de aproximar los sonidos diluyendo los subelementos en una estructura única.

En muchos casos, un poliacorde puede ser traducido a escritura convencional haciendo uso de las extensiones *(séptima, novena, undécima y decimotercera)*. Los acordes extendidos por su propia naturaleza se forman a través de la superposición de triadas, por lo que algunos poliacordes pueden ser analizados en función de los intervalos generados a partir de una nota raíz. Así podemos incluso deducir cuáles son las escalas/modos útiles para construir melodías sobre el poliacorde.

$$\frac{D}{C} = C\ (9,\#11,13)$$

[1] El concepto de politonalidad es explicado en el capítulo 4.20

Un enfoque politonal del poliacorde nos abre las puertas a utilizar simultáneamente modos que encajen en cada uno de los subacordes por separado. De este modo provocamos la convivencia de dos centros tonales distintos.

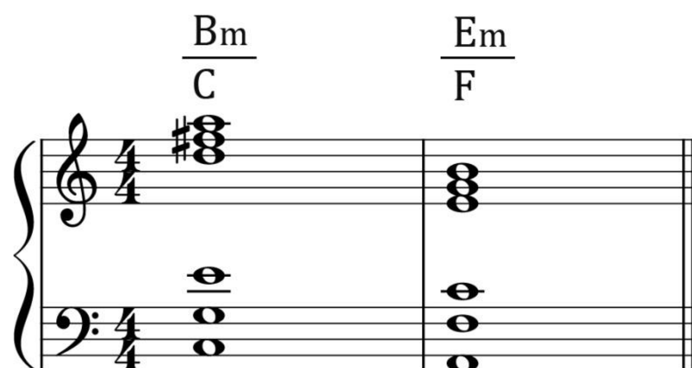
Db m / Cmaj7	
Db m	Db Eólico, Dórico, etc..
Cmaj7	C Jónico, Lídio...

Se atribuye el origen de los poliacordes al pedal bicordal en combinación con un movimiento de triadas.



La evolución de esta técnica desemboca en el movimiento independiente de dos o más triadas simultáneas.

Es frecuente invertir las triadas de los subacordes que forman el poliacorde. Existe una marcada preferencia por las disposiciones abiertas para el subacorde grave. La sonoridad es más clara de este modo, ya que evitamos la formación de una bola de graves al separar los sonidos a distancias de cuarta, quinta o sexta. Los sonidos graves cuentan con armónicos que se desarrollan en registros audibles y su resonancia mejora notablemente.



La sonoridad de los poliacordes puede ser analizada en función de las relaciones interválicas existentes entre los sonidos del subacorde grave y sus armónicos con respecto a las notas del subacorde superior. Cuando las notas agudas coinciden con las graves o con sus primeros armónicos, entran en resonancia generando un efecto "consonante". A veces, cuando hay notas repetidas es frecuente la omisión para dotar de protagonismo a cada nota del poliacorde. La aparición de clusters de segunda menor puede generar sonoridades más tensas o "disonantes". En cualquier caso, entramos nuevamente en el pantanoso terreno de la estética musical a la hora de valorar o descartar su uso.

Al margen de las disposiciones o inversiones que hagamos en un poliacorde, podemos analizar las combinaciones posibles atendiendo a los tipos de triada combinables.

Mayor/Mayor	**Mayor/Menor**	**Mayor/Aum**	**Mayor/Dism**	**Mayor/Sus4**	**Mayor/Sus#4**
Menor/Mayor	**MenorMenor**	**Menor/Aum**	**Menor/Dism**	**Menor/Sus4**	**Menor/Sus#4**
Aum/Mayor	**Aum/Menor**	**Aum/Aum**	**Aum/Dism**	**Aum/Sus4**	**Aum/Sus#4**
Dism/Mayor	**Dism/Menor**	**Dism/Aum**	**Dism/Dism**	**Dism/Sus4**	**Dism/Sus#4**
Sus4/Mayor	**Sus4/Menor**	**Sus4/Aum**	**Sus4/Dism**	**Sus4/Sus4**	**Sus4/Sus#4**
Sus#4/Mayor	**Sus#4/Menor**	**Sus#4/Aum**	**Sus#4/Dism**	**Sus#4/Sus4**	**Sus#4/Sus#4**

Para cada una de estas posibilidades es posible valorar las once o doce combinaciones interválicas posibles a partir de una triada estable que se combina con otra en todos los tonos.

Mayor/Mayor										
Db **C**	**Ab** **C**	**Eb** **C**	**Bb** **C**	**F** **C**	**G** **C**	**D** **C**	**A** **C**	**E** **C**	**B** **C**	**F#** **C**

Menor/Mayor											
Dbm **C**	**Abm** **C**	**Ebm** **C**	**Bb** **C**	**Fm** **C**	**Cm** **C**	**Gm** **C**	**Dm** **C**	**Am** **C**	**Em** **C**	**Bm** **C**	**F#m** **C**

Menor/Menor										
Dbm **Cm**	**Abm** **Cm**	**Ebm** **Cm**	**Bbm** **Cm**	**Fm** **Cm**	**Gm** **Cm**	**Dm** **Cm**	**Am** **Cm**	**Em** **Cm**	**Bm** **Cm**	**F#m** **Cm**

4. MODOS GRIEGOS. MÚSICA MODAL Y TONAL

4.0 Consideraciones previas y marco conceptual.

4.1 Complejo Diatónico.

4.2 Relativos mayor-menor.

4.3 Tonalidades mayores y menores.

4.4 Funciones tonales en la tonalidad mayor.

4.5 Funciones tonales en la tonalidad menor.

4.6 Complejo Armónica Menor.

4.7 Complejo Melódica Menor.

4.8 Ampliando la tonalidad menor.

4.9 Modulación y cambio de tono.

4.10 Cambio de modo.

4.11 Intercambio modal.

4.12 Dominantes secundarios y sustituto de tritono.

4.13 Complejo Armónica Mayor.

4.14 Disminuidos.

4.15 Complejo Napolitana Menor.

4.16 Complejos Primarios.

4.17 Tetracordos y complejos secundarios.

4.18 Complejo Napolitana Mayor.

4.19 Complejos pentatónicos y hexatónicos.

4.20 Politonalidad y polimodalidad.

4.0- CONSIDERACIONES PREVIAS Y MARCO CONCEPTUAL

Antes de abordar las cuestiones a tratar en esta cuarta parte, considero necesario recordar el propósito inicial de este trabajo en su globalidad y la perspectiva desde la que nos acercamos a ciertos aspectos musicales. Esto no es estricta y ortodoxamente un libro de armonía moderna *(aunque sí utiliza terminología, nomenclaturas y formas de análisis propias de esta tendencia).*

Como se explica en la introducción, nuestra motivación es la de llevar a cabo un acercamiento físico y matemático en torno a la naturaleza del sonido para lograr una comprensión de la realidad musical desde una perspectiva que combine el lenguaje musical con el fenómeno geométrico-ondulatorio. Siguiendo esta pauta hasta el punto en el que nos encontramos, hemos tratado de descifrar las proporciones de los intervalos en el sistema temperado y en la afinación pitagórica estableciendo simultáneamente su cercanía con las proporciones derivadas de la serie armónica. También hemos analizado la naturaleza geométrica del temperamento igual de doce sonidos y hemos estudiado los principales acordes empleados en armonía moderna haciendo uso del cifrado americano.

Los principios de la armonía tonal por supuesto ya están basados en el estudio de la física acústica, pero atienden también a criterios estéticos con un importante componente cultural y tradicional. *(Especialmente al hablar en términos de "consonancia-disonancia").* La proporción matemática entre intervalos es un hecho empírico constatable, pero su uso musical no es igual a lo largo de la geografía y la historia. Sonidos considerados como "*desagradables*" en cierto entorno cultural pueden no serlo en otro contexto diferente.

A la hora de realizar una diferenciación clara y precisa entre las denominadas música modal y música tonal nos enfrentamos con una cierta ambigüedad terminológica. Conceptos como son *"tonalidad"* o *"modulación"* son actualmente definidos desde la óptica de la música desarrollada en Europa durante los periodos barroco y clásico. Así mismo, la diferenciación entre modal y tonal surge a partir de esta misma óptica para distinguir esta manera de hacer y entender la música frente a la manera antigua propia del Renacimiento, el Medievo y las músicas orientales. En la segunda mitad del s. XIX, los músicos impresionistas y nacionalistas retornan a la variedad modal en sus composiciones inspirados por el folclore popular y el exotismo de los pueblos orientales. La búsqueda de nuevas sonoridades desemboca en el atonalismo y desata la denominada *"crisis de la tonalidad"* a principios del s. XX.

Se entiende por **tonalidad** la relación jerárquica entre notas y acordes que adquieren diferentes funciones tonales para resolver cadencialmente sobre la nota que ejerce como centro tonal. Verdaderamente, atendiendo a esta definición no hacemos una auténtica distinción entre música tonal y modal. Por lo general la música modal también cuenta con un centro tonal a partir del cual giran los demás sonidos. El uso de acordes no es exclusivo de la música tonal, también pueden ser empleados en música modal. Incluso el uso de cadencias adquiere sentido resolutivo en la música modal.

Gustavo Adolfo Yepes Londoño junto con su equipo de investigación de la Universidad EAFIT de Medellín desarrolla un interesante proyecto de investigación en torno a la evolución de la música polifónica del Renacimiento europeo *(La música renacentista como una etapa de la evolución continua del tonalismo).* [1]

[1] DOI: 10.17230/ricercare.2015.3.4

En este trabajo se llevan a cabo análisis estadísticos de los recursos melódicos y armónicos empleados en 43 obras compuestas entre principios del s.XV hasta finales del XVI en diferentes puntos geográficos. Entre las principales conclusiones extraídas cabe destacar la existencia de una incipiente consciencia armónico-tonal en el contrapunto renacentista, el uso de cadencias resolutivas sobre un centro tonal, incluso cromatismos ocasionales, acordes y recursos que hasta bien entrado el Romanticismo hubiesen podido resultar atrevidos y novedosos.

La tesis defendida por Yepes Londoño y su equipo sostiene que no existe una diferenciación radical en el tránsito de la música renacentista hacia el Barroco sino una evolución continua hacia la consolidación del sistema tonal basado en las funciones de tónica, dominante y subdominante. Yepes Londoño hace especial hincapié en el asunto del léxico musical y del escaso rigor con el que se han utilizado ciertos términos en el ámbito de la teorización musical. Lleva a cabo una revisión de términos como son *"tonalismo", "modulismo"* o *"funcionalidad"* entre otros.

Atendiendo al sentido literal de la palabra *"tonalismo"* debería esta entenderse simplemente como un sistema o lenguaje musical que hace uso de tonos. El uso de tonos o notas musicales como materia prima en la elaboración de un sistema musical es algo común en la diversas culturas a lo largo y ancho del mundo desde tiempos remotos, no es desde luego algo exclusivo de la música occidental.

Igualmente, en un sentido literal *"música modal"* podría entenderse como aquella música que se construye a partir de las escalas modales. En el siguiente capítulo comenzamos por describir los siete modos griegos derivados de las siete notas de la escala diatónica. Estos siete modos constituyen los pilares iniciales sobre los que se asienta la llamada *"música tonal"*, por lo que de alguna manera la música tonal es también una forma de música modal, ya que nace a partir de esta.

Lo que realmente caracteriza y diferencia a la llamada *"música tonal"* es la manera en la que esta se estructura y el planteamiento lógico por el que se ordenan jerárquicamente los tonos y los modos. La gran contribución a la música desarrollada durante una tradición de varios siglos en occidente es fundamentalmente la elaboración de un complejo sistema basado en el estudio de la *"consonancia-disonancia"* entre intervalos y la *"tensión-distensión"* en las progresiones de acordes. Los tratados sobre armonía de Zarlino en el s. XVI o Rameau en el s. XVIII entre otros, interpretan la naturaleza del sonido para justificar las razones de esta práctica musical.

Inicialmente, la música tonal no puede desarrollarse tomando como eje de la composición cualquiera de los siete modos. Desempeñan esta función el modo Jónico para la tonalidad mayor y el modo Eólico para la tonalidad menor. A partir de ahí, se establecen unas funciones tonales para cada acorde (tónica, dominante y subdominante) y diferentes posibilidades cadenciales-resolutivas. Quizás por eso, el término *"armonía funcional"* se ajuste mejor para definir el fundamento y la identidad de la música tonal.

Habitualmente cuando se habla de música modal, se pretende expresar y recalcar la ausencia de las funciones tonales de tónica, dominante y subdominante características de la música clásica occidental. Pero como tendremos ocasión de estudiar en próximos capítulos, la lógica de la armonía tonal puede funcionar y funciona también en músicas de naturaleza modal.

El planteamiento con el que vamos a abordar este bloque desarrolla en paralelo las

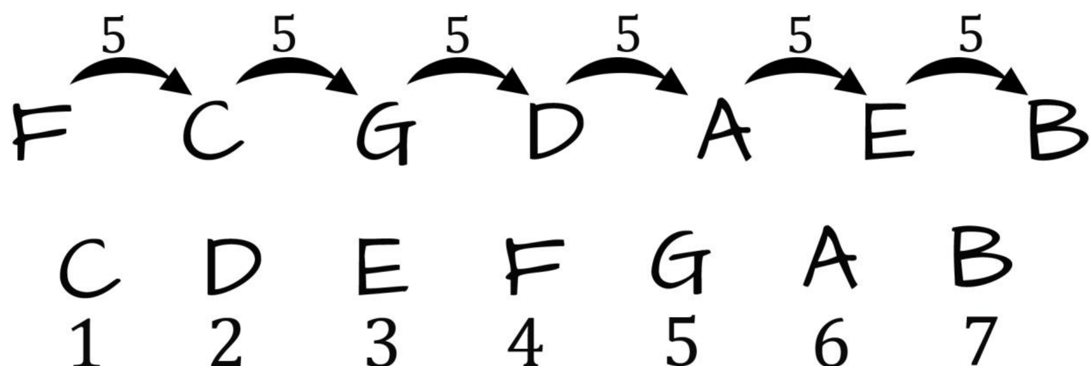
posibilidades modales y tonales de la música heptatónica *(de siete sonidos)*. Estudiaremos diferentes complejos modales [2] atendiendo al uso modal que se puede hacer de ellos y explicaremos los razonamientos por los que se insertan estos en el ámbito tonal desde la perspectiva que nos ofrece la armonía moderna.

La armonía moderna se desarrolla a partir de las teorías impresionistas del XIX, reinterpretando los conceptos tonales de la tradición clásica e incorporando nuevos conceptos armónicos. Esto ha permitido implementar un mayor número de escalas modales en la lógica funcional, pero al mismo tiempo ha diluido aún más la vaporosa frontera existente entre la música modal y tonal.

[2] Entendemos por complejo modal al grupo de siete notas a partir del cual podemos desarrollar siete escalas modales. Partimos del complejo diatónico derivado de la serie de quintas, pero después iremos añadiendo otras agrupaciones de siete notas que dan lugar a otras escalas diferentes.

4.1- COMPLEJO DIATÓNICO

Como ya vimos en el capítulo *"1.4- Orígenes de las escalas pentatónica y diatónica"*, los siete sonidos de la escala diatónica se obtienen a partir de una nota siguiendo el círculo de quintas.



La segunda nota de la secuencia se corresponde con la tónica de la **tonalidad mayor** y al hablar de la escala diatónica nos viene la idea de ordenar las notas de esta manera. Sin embargo estas siete notas dan lugar a siete escalas diferentes tomando como raíz cada una de las notas por separado. Estas siete escalas son conocidas como **MODOS GRIEGOS** y cada una de ellas tiene una configuración interválica diferente.

Jónico

1 2 3 4 5 6 7

Dórico

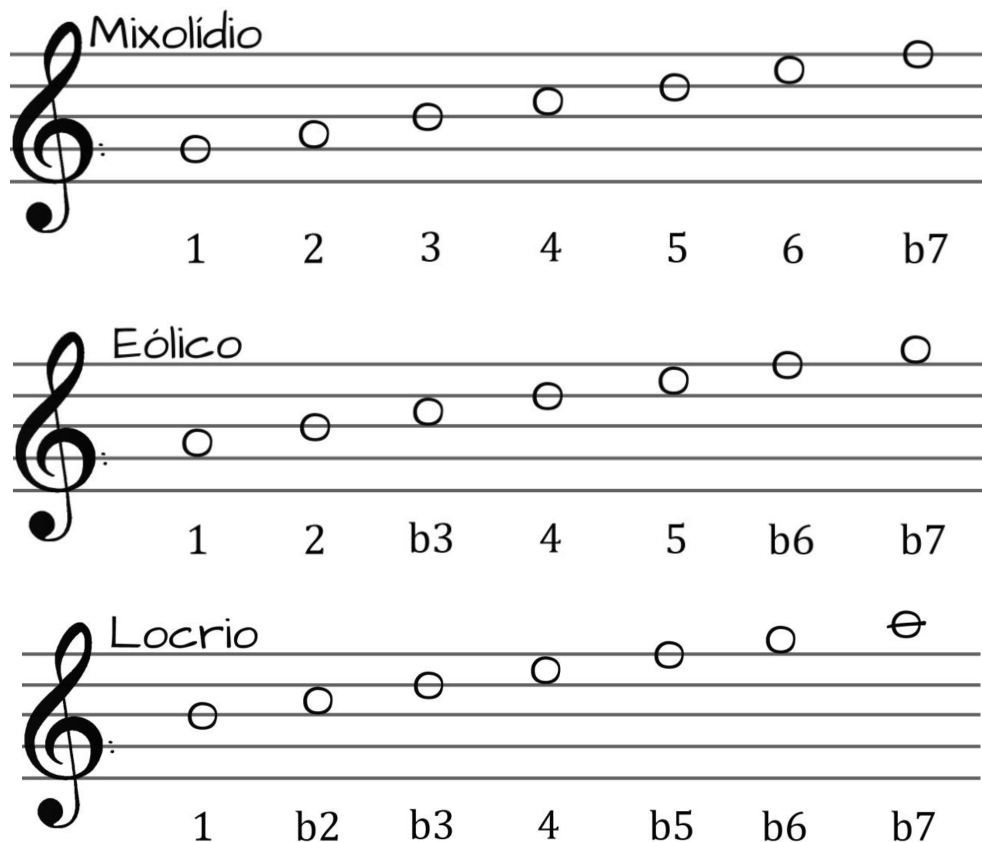
1 2 b3 4 5 6 b7

Frigio

1 b2 b3 4 5 b6 b7

Lidio

1 2 3 #4 5 6 7

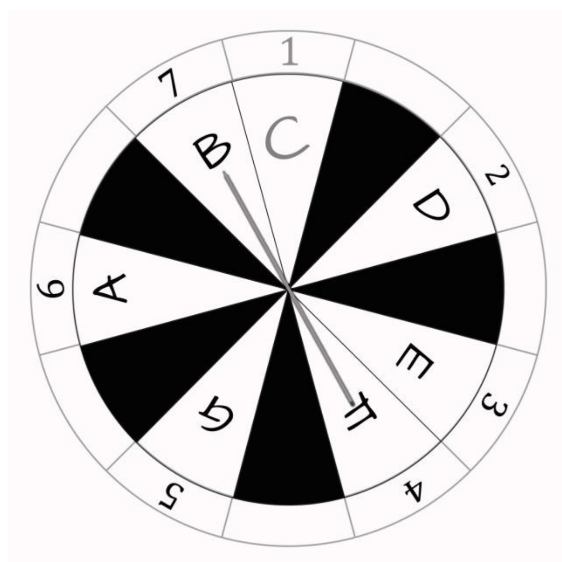


Las siete teclas blancas del teclado se corresponden con las notas de la escala diatónica sin ninguna alteración en la armadura del pentagrama dando lugar a los siete modos griegos tal y como los acabamos de enumerar.

En el sistema temperado entre las siete notas de la escala diatónica se intercalan cinco notas más *(que en este caso se corresponderían con las cinco teclas negras del teclado*). La distribución irregular de estas cinco notas omitidas provoca que la configuración interválica de cada modo sea diferente. Los saltos de un tono o de medio tono entre nota y nota se posicionan de diferente manera en cada escala.

Por otro lado, entre la primera nota y la séptima de la secuencia de quintas se genera un **intervalo de tritono**. (En este caso entre **F** y **B**). La posición del tritono en cada modo es también diferente y define un aspecto esencial en su identidad.

JÓNICO



Acorde asociado

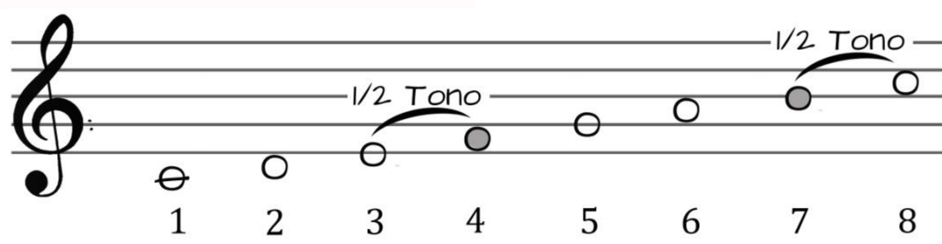
Cmaj7			
C	E	G	B
1	**3**	**5**	**7**

Superestructura

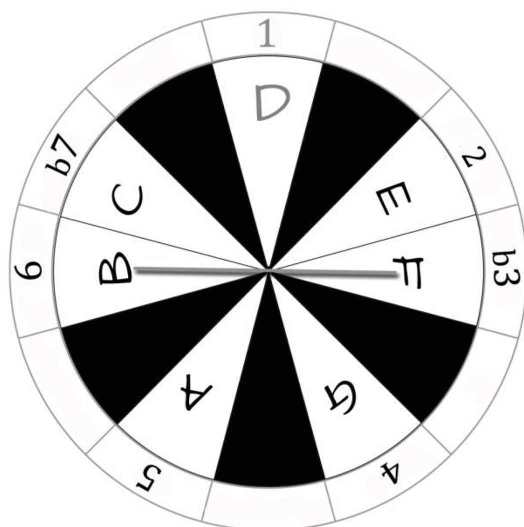
D	F	A
9	**11**	**13**

Tritono

F	B
4	**7**



DÓRICO



Acorde asociado

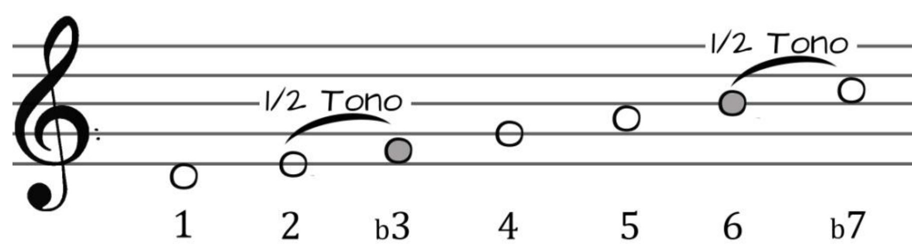
Dm7			
D	F	A	C
1	**b3**	**5**	**b7**

Superestructura

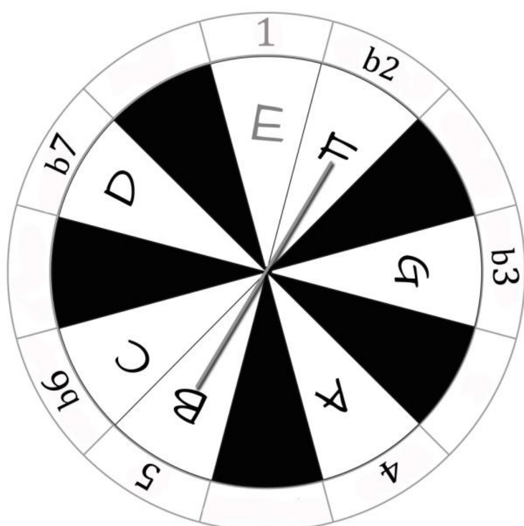
E	G	B
9	**11**	**13**

Tritono

F	B
b3	**6**



FRIGIO



Acorde asociado

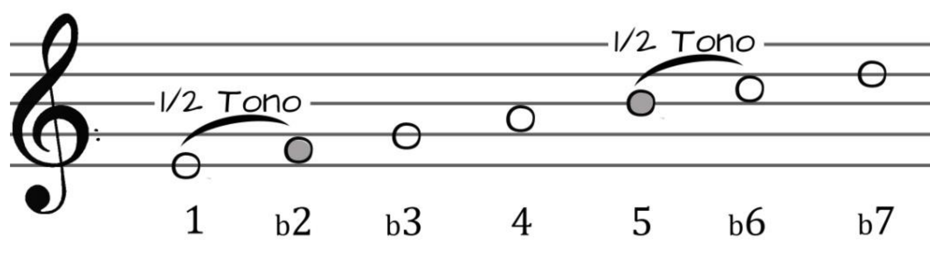
Em7			
E	G	B	D
1	**b3**	**5**	**b7**

Superestructura

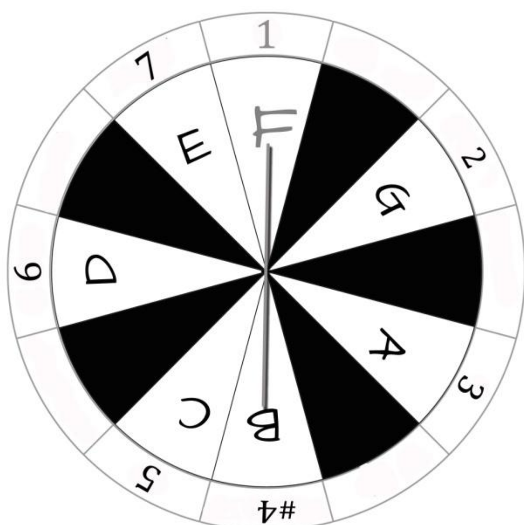
F	A	C
b9	**11**	**b13**

Tritono

F	B
b2	**5**



LIDIO



Acorde asociado

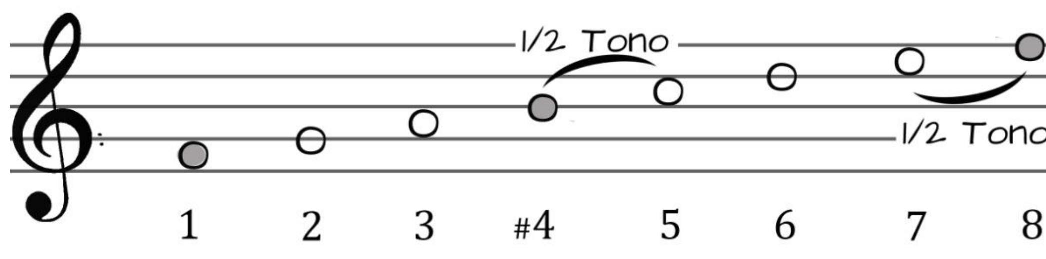
Fmaj7			
F	A	C	E
1	**3**	**5**	**7**

Superestructura

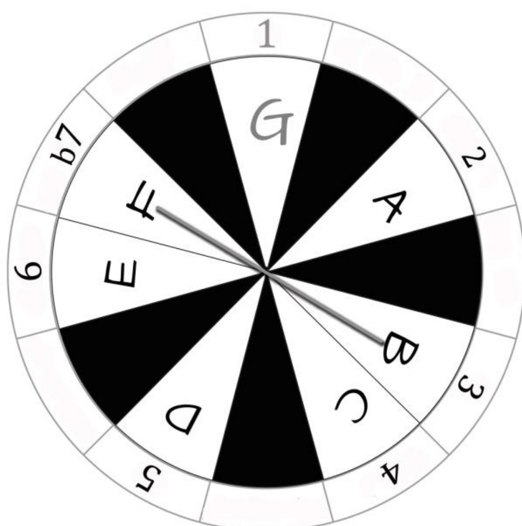
G	B	D
9	**#11**	**13**

Tritono

F	B
1	**#4**



MIXOLIDIO



Acorde asociado

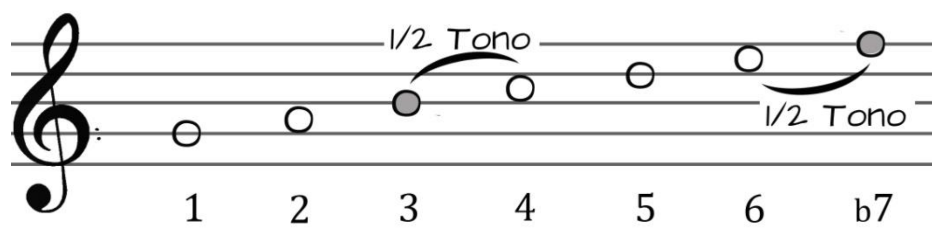
G7			
G	B	D	F
1	**3**	**5**	**b7**

Superestructura

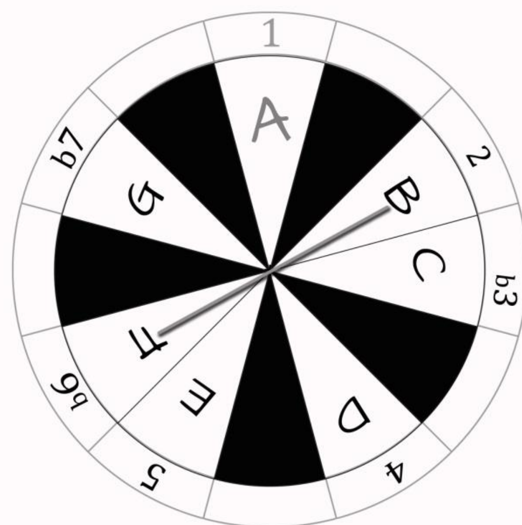
A	C	E
9	**11**	**13**

Tritono

B	F
3	**b7**



EÓLICO



Acorde asociado

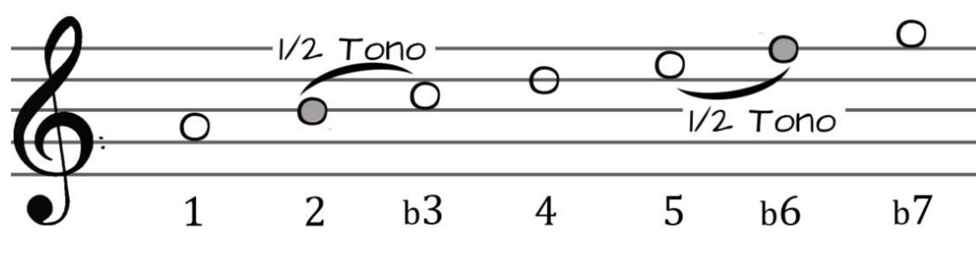
Am7			
A	C	E	G
1	**b3**	**5**	**b7**

Superestructura

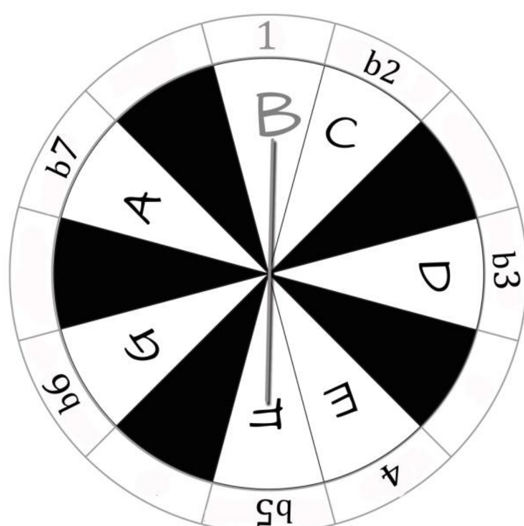
B	D	F
9	**11**	**b13**

Tritono

B	F
2	**b6**



LOCRIO



Acorde asociado

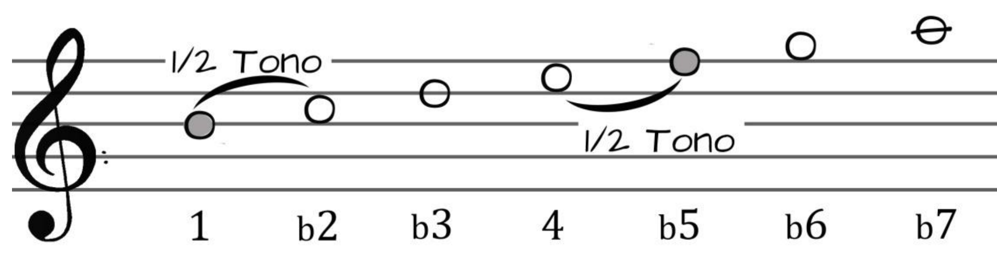
B ø			
B	D	F	A
1	**b3**	**b5**	**b7**

Superestructura

C	E	G
b9	**11**	**b13**

Tritono

B	F
1	**b5**



Clasificación de los modos griegos según tipo de acorde

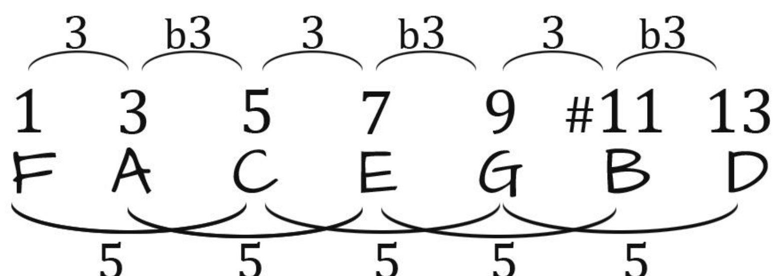
Cada modo tiene un acorde de triada o tetrada asociado y unas tensiones disponibles que pueden ser empleadas en la formación de acordes.

Cmaj7	Dm7	Em7	Fmaj7	G7	Am7	Bø
(2,4,6)	(2,4,6)	(b2,4,b6)	(2,#4,6)	(2,4,6)	(2,4,b6)	(b2,4,b6)
(9,11,13)	(9,11,13)	(b9,11,b13)	(9,#11,13)	(9,11,13)	(9,11,b13)	(b9,11,b13)
Jón	Dór	Frig	Lid	Mix	Eól	Loc

Mayores	7	**#4**	**LIDIO**
		4	**JÓNICO**
	b7	**MIXOLIDIO**	
Menores b7	**6**	**DÓRICO**	
	b6	**EÓLICO**	
	b2,b6	**FRIGIO**	
Semidisminuido	**LOCRIO**		

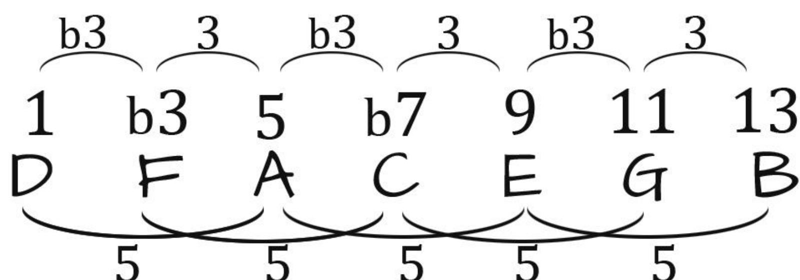
Se forman **tres acordes mayores, tres menores y un semidisminuido**. Entre los modos mayores Jónico y Lidio son con la séptima mayor y Mixolidio con la séptima menor. Jónico y Lidio se distinguen entre sí por el intervalo de cuarta (en el Lidio la cuarta es aumentada). Los tres modos menores son con la séptima menor y se distinguen por los intervalos de sexta y segunda. (Dórico es el único con sexta mayor y Frigio el único con segunda menor).

En el capítulo *"3.5- Acordes extendidos"* estudiamos como la **alternancia de terceras mayores y menores** genera los acordes con mayor consonancia al quedar todos los intervalos ordenados entre sí respetando la consonancia de quintas naturales y evitando la aparición de tensiones de quinta disminuida o aumentada.



Desde esta perspectiva se considera el **modo Lidio** como el más "consonante" al quedar ordenados todos sus intervalos respetando la consonancia de las quintas. La cuarta aumentada genera un tritono con respecto a la fundamental, pero entendida como undécima aumentada se sitúa a una quinta justa con respecto a la séptima mayor.

Cuando la primera tercera de la secuencia es menor obtenemos el **Dórico** como modo menor más "estable y consonante". El modo Dórico es relativo menor del modo Lidio y al igual que sucede con este todos los intervalos en el acorde extendido quedan ordenados por quintas entre sí.



Al colocar los modos griegos según el orden por el que van apareciendo las siete notas en el círculo de quintas se observa que cada modo adquiere mayor "oscuridad" con respecto al anterior.

1	F	Lidio	3 b3 3 b3 3 b3	1 3 5 7 9 #11 13	F A C E G B D	5 5 5 5 5
2	C	Jónico	3 b3 3 b3 b3 3	1 3 5 7 9 11 13	C E G B D F A	5 5 5 b5 5
3	G	Mixolidio	3 b3 b3 3 b3 3	1 3 5 b7 9 11 13	G B D F A C E	5 b5 5 5 5
4	D	Dórico	b3 3 b3 3 b3 3	1 b3 5 b7 9 11 13	D F A C E G B	5 5 5 5 5
5	A	Eólico	b3 3 b3 3 b3 b3	1 b3 5 b7 9 11 b13	A C E G B D F	5 5 5 5 b5
6	E	Frigio	b3 3 b3 b3 3 b3	1 b3 5 b7 b9 11 b13	E G B D F A C	5 5 b5 5 5
7	B	Locrio	b3 b3 3 b3 3 b3	1 b3 b5 b7 b9 11 b13	B D F A C E G	b5 5 5 5 5

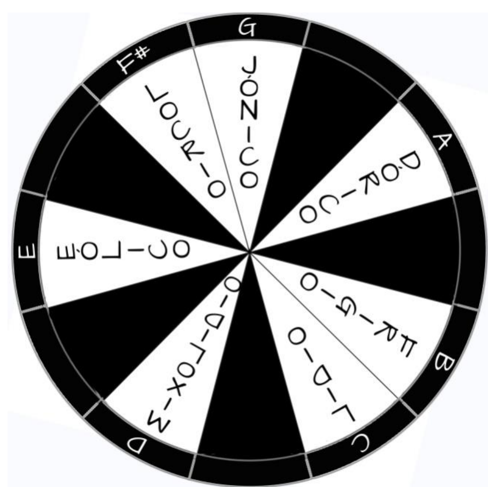
En los tres primeros se cumple la consonancia de tercera mayor con respecto a la fundamental. En segunda posición (Jónico) se produce una triada disminuida entre los intervalos de séptima mayor, novena y undécima. En tercera posición (Mixolidio) la triada disminuida se sitúa entre los intervalos de tercera mayor, quinta y séptima menor. A partir del cuarto (Dórico) todos los modos son con la tercera menor. En quinta posición (Eólico) la triada disminuida se sitúa entre los intervalos de novena, undécima y decimotercera menor. En sexta posición (Frigio) entre la quinta, séptima menor y novena menor. Por último el modo Locrio da lugar a la formación de un acorde semidisminuido que además contiene la tensión de novena menor.

Al analizar los siete modos por este mismo orden de aparición en el círculo de quintas, se aprecia con claridad que entre un modo y el siguiente solamente hay un intervalo alterado de diferencia.

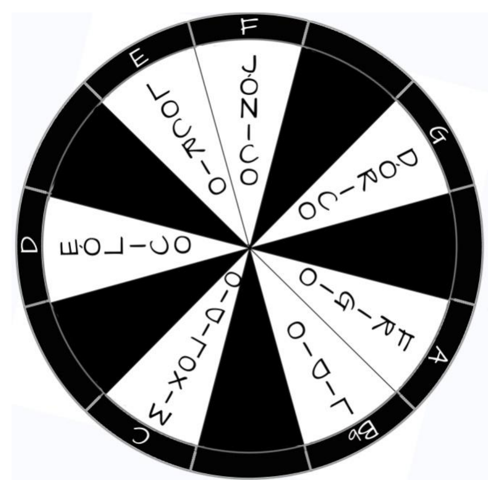
Lidio	1	2	3	#4	5	6	7
Jónico	1	2	3	4	5	6	7
Mixolidio	1	2	3	4	5	6	b7
Dórico	1	2	b3	4	5	6	b7
Eólico	1	2	b3	4	5	b6	b7
Frigio	1	b2	b3	4	5	b6	b7
Locrio	1	b2	b3	4	b5	b6	b7

Entre Lidio y Jónico es la cuarta la que marca la diferencia. Entre Jónico y Mixolidio la séptima. Entre Mixolidio y Dórico la tercera. Entre Dórico y Eólico la sexta. Entre Eólico y Frigio la segunda y entre Frigio y Locrio la quinta.

En el sistema temperado el **complejo diatónico** se desarrolla en **todos los tonos** haciendo posible la construcción de cada uno de los siete modos a partir de cualquier nota.



JÓNICO						
G	A	B	C	D	E	F#
DÓRICO						
A	B	C	D	E	F#	G
FRIGIO						
B	C	D	E	F#	G	A
LIDIO						
C	D	E	F#	G	A	B
MIXOLIDIO						
D	E	F#	G	A	B	C
EÓLICO						
E	F#	G	A	B	C	D
LOCRIO						
F#	G	A	B	C	D	E



JÓNICO						
F	G	A	Bb	A	B	C
DÓRICO						
G	A	Bb	C	D	E	F
FRIGIO						
A	Bb	C	D	E	F	G
LIDIO						
Bb	C	D	E	F	G	A
MIXOLIDIO						
C	D	E	F	G	A	Bb
EÓLICO						
D	E	F	G	A	Bb	C
LOCRIO						
E	F	G	A	Bb	C	D

En el siguiente cuadro desarrollamos los siete modos griegos a partir de los doce sonidos del temperamento igual.

Modos griegos en todos los tonos

	Jónico	Dórico	Frigio	Lidio	Mixolidio	Eólico	Locrio
	F#	G#	A#	B	C#	D#	E#
	B	C#	D#	E	F#	G#	A#
	E	F#	G#	A	B	C#	D#
	A	B	C#	D	E	F#	G#
	D	E	F#	G	A	B	C#
	G	A	B	C	D	E	F#
	C	D	E	F	G	A	B
	F	G	A	Bb	C	D	E
	Bb	C	D	Eb	F	G	A
	Eb	F	G	Ab	Bb	C	D
	Ab	Bb	C	Db	Eb	F	G
	Db	Eb	F	Gb	Ab	Bb	C
	Gb	Ab	Bb	Cb	Db	Eb	F

Grados desde los siete modos griegos

Tomando como centro tonal cada uno de los modos la distribución de los demás modos y sus respectivos acordes es también diferente para cada caso. Este factor es determinante en el estudio armónico de la música modal y tonal. Utilizando la nomenclatura de los intervalos se desarrolla el **cifrado de los grados** con números romanos que pueden ir acompañados con información de los acordes a los que representan.

Jónico	Dór	Frig	Lid	Mix	Eól	Loc
Cmaj7	Dm7	Em7	Fmaj7	G7	Am7	Bø
Iºmaj7	IIºm7	IIIºm7	IVºmaj7	Vº7	VIºm7	VIIºø

Dórico	Frig	Lid	Mix	Eól	Loc	Jón
Dm7	Em7	Fmaj7	G7	Am7	Bø	Cmaj7
Iºm7	IIºm7	bIIIºmaj7	IVº7	Vºm7	VIºø	bVIIºmaj7

Frigio	Lid	Mix	Eól	Loc	Jón	Dor
Em7	Fmaj7	G7	Am7	Bø	Cmaj7	Dm7
Iºm7	bIIºmaj7	bIIIº7	IVºm7	bVºø	bVIºmaj7	bVIIºm7

Lidio	Mix	Eól	Loc	Jón	Dor	Frig
Fmaj7	G7	Am7	Bø	Cmaj7	Dm7	Em7
Iºmaj7	IIº7	IIIºm7	#IVºø	Vºmaj7	VIºm7	VIIºm7

Mixolidio

Eól Loc Jón Dor Frig Lid

G7 Am7 Bø Cmaj7 Dm7 Em7 Fmaj7

Iº7 IIºm7 IIIºø IVºmaj7 Vºm7 VIºm7 bVIIºmaj7

Eólico

Loc Jón Dor Frig Lid Mix

Am7 Bø Cmaj7 Dm7 Em7 Fmaj7 G7

Iºm7 IIºø bIIIºmaj7 IVºm7 Vºm7 bVIºm7 bVIIº7

Locrio

Jón Dor Frig Lid Mix Eól

Bø Cmaj7 Dm7 Em7 Fmaj7 G7 Am7

Iºø bIIºmaj7 bIIIºm7 IVºm7 bVºmaj7 bVIº7 bVIIºm7

4.2- RELATIVO MAYOR-MENOR

Como vimos en el capítulo anterior, al desplegar los siete acordes de los modos griegos obtenemos tres acordes mayores, tres menores y un semidisminuido.

Mayores	7	**#4**	**LIDIO**
		4	**JÓNICO**
	b7	**MIXOLIDIO**	
Menores b7	**6**	**DÓRICO**	
	b6	**EÓLICO**	
	b2,b6	**FRIGIO**	
Semidisminuido	**LOCRIO**		

Cada uno de los modos mayores tiene un modo menor relativo, siendo esta relación recíproca.

MODO MAYOR	MODO MENOR
Jónico	Eólico
Lidio	Dórico
Mixolidio	Frigio

El **intervalo de sexta mayor (6)** del modo mayor define la nota que nos da la referencia para su modo menor relativo. Del mismo modo desde un modo menor el intervalo que nos da la referencia para calcular cual es su relativo mayor es la **tercera menor (b3)**. Los intervalos de **sexta mayor** y **tercera menor** son **complementarios**.

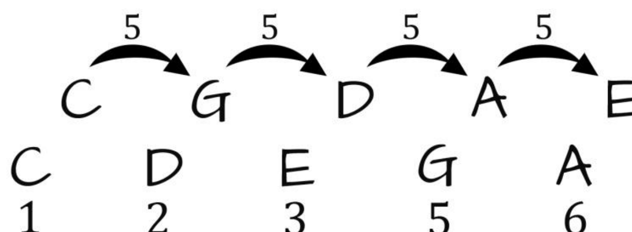
C	A		A	C
1	**6**		1	**b3**

En el capítulo *"4.6- **Acordes de sexta**"* vimos cómo estos acordes pueden dan lugar a una segunda interpretación al ser entendidos de manera invertida a partir del sexto grado dando lugar a una tetrada de séptima con el bajo en la tercera. A partir de un **acorde mayor con sexta mayor** obtenemos de este modo su **relativo menor**. El proceso inverso lo podemos realizar interpretando el acorde menor a partir de su intervalo de **tercera menor**. De este modo obtenemos su relativo mayor con la inversión en la sexta.

C 6					Am7/C			
C	E	G	A		C	E	G	A
1	3	5	**6**		**b3**	5	b7	1

Am7					C/A			
A	C	E	G		A	C	E	G
1	**b3**	5	b7		**6**	1	3	5

Otro rasgo básico que condiciona la similitud entre relativos es la **escala pentatónica**. Como vimos en el capítulo *"1.4- Origen de las escalas pentatónica y diatónica."* los cinco primeros sonidos del círculo de quintas dan lugar a la escala **pentatónica mayor.**



La **pentatónica menor** es una escala relativa de la pentatónica mayor y comparte sus mismas cinco notas. Se desarrolla a partir del **sexto** grado de la pentatónica mayor dando lugar a una configuración interválica diferente.

C6						Am7				
Pentatónica mayor						Pentatónica menor				
C	**D**	**E**	**G**	**A**		**A**	**C**	**D**	**E**	**G**
1	2	3	5	**6**		1	**b3**	4	5	b7

A cada uno de los modos mayores le corresponde un relativo menor y se cumplen entre ellos todas las peculiaridades que hemos mencionado anteriormente.

1. El relativo menor se desarrolla a partir del sexto grado **(6)** del mayor *[y el relativo mayor a partir de la tercera menor **(b3)** del modo menor].*

2. Las notas del acorde mayor con sexta pueden ser interpretadas como inversión desde el sexto grado dando lugar al acorde menor con séptima menor del relativo menor. *(El proceso inverso lo haríamos a partir de la tercera menor del acorde menor.)*

3. La pentatónica mayor obtenida por círculo de quintas desde la raíz del modo mayor puede entenderse a partir del sexto grado como pentatónica menor de su relativo menor.

JÓNICO						EÓLICO				
	C6						Am7			
	C	**E**	**G**	**A**			**A**	**C**	**E**	**G**
	1	3	5	**6**			1	**b3**	5	b7
Pentatónica mayor						Pentatónica menor				
C	**D**	**E**	**G**	**A**		**A**	**C**	**D**	**E**	**G**
1	2	3	5	**6**		1	**b3**	4	5	b7

LIDIO						DÓRICO				
	F6						Dm7			
	F	**A**	**C**	**D**			**D**	**F**	**A**	**B**
	1	3	5	**6**			1	**b3**	5	b7
Pentatónica mayor						Pentatónica menor				
F	**G**	**A**	**C**	**D**		**D**	**F**	**G**	**A**	**C**
1	2	3	5	**6**		1	**b3**	4	5	b7

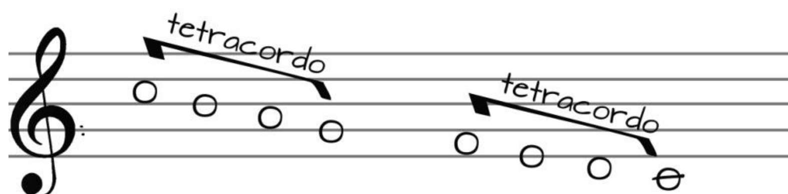
MIXOLIDIO						FRIGIO				
	G6						Em7			
	G	**B**	**D**	**E**			**E**	**G**	**B**	**D**
	1	3	5	**6**			1	**b3**	5	b7
Pentatónica mayor						Pentatónica menor				
G	**A**	**B**	**D**	**E**		**E**	**G**	**A**	**B**	**D**
1	2	3	5	**6**		1	**b3**	4	5	b7

Los intervalos de estas pentatónicas definen las similitudes entre modos. Los intervalos de **cuarta** y **séptima** marcan las diferencias para los **modos mayores** mientras que los de **segunda** y **sexta** lo hacen para los **menores**.

4.3- TONALIDADES MAYORES Y MENORES

Los modos griegos tal y como los estudiamos en la actualidad no se corresponden con las escalas originales que utilizaban los griegos en la antigüedad. Derivan de los modos eclesiásticos utilizados en los cantos religiosos de Bizancio y Europa durante la Edad Media. Damasceno, Alcuino de York y otros teóricos musicales del Medievo cristiano apelan a los filósofos de la Grecia clásica y alejandrina utilizando su terminología musical. Sin embargo el contexto cultural en el que se desenvuelven ya nada tiene que ver con los tiempos de la antigüedad. En realidad los modos eclesiásticos suponen una reinterpretación de las antiguas escalas griegas ya que estas no coinciden aunque tomen sus mismos nombres.

Los griegos formaban sus escalas por la unión de dos tetracordos descendentes.



Pero los teóricos cristianos comienzan a estudiar las escalas en sentido ascendente para que estas asciendan hacia el cielo y hacia Dios.

Los antiguos "modos griegos" parecen hacer referencia a la tradición musical de sus diferentes regiones. Jonios, Dorios, Frigios, etc, son los diversos pueblos que configuran el mundo griego repartidos en su geografía con una identidad y costumbres propias. La filosofía clásica en torno a las cuestiones pedagógicas, morales y éticas en el ejercicio de la música adquiere grandes espacios para la reflexión en los textos de Damón, Platón y Aristóteles. Encontramos referencias acerca de cuáles son los modos, melodías y ritmos más adecuados en función de los diferentes estados de ánimo. De manera parecida, los ragas en la India están vinculados por cuestiones religiosas y espirituales a ciertas horas del día, ceremonias o momentos propicios para la selección del repertorio.

El uso de los modos griegos y de otras escalas de siete sonidos como base para desarrollar una composición o improvisación constituye el fundamento de la llamada **música modal**. Es este un procedimiento muy antiguo, hay constancia de que tanto en Mesopotamia como en Egipto se utilizaban escalas de siete sonidos en torno al segundo milenio antes de Cristo. Las músicas tradicionales de India y del mundo islámico también están basadas en la utilización de las escalas modales.

Durante el Renacimiento europeo la evolución de la música polifónica deriva progresivamente en la aparición del acorde como consecuencia de la consonancia existente entre la nota fundamental y los intervalos de quinta y tercera. Se tiende a su uso en la armonización de las voces dando lugar a la progresiva consolidación de las reglas de la **música tonal**. El contrapunto renacentista evoluciona hacia un sistema bimodal. El concepto de **tonalidad mayor y menor** termina por afianzarse plenamente en el periodo Barroco.

En la **tonalidad mayor** el modo **Jónico** es el eje de la composición. Cuando la pieza es **menor** es el modo **Eólico** el protagonista. Los demás modos son utilizados de forma transitoria para generar tensiones que resuelvan sobre el centro de la tonalidad.

Toda tonalidad mayor tiene una **tonalidad relativa menor** y viceversa. El **intervalo de sexta** de la tonalidad mayor define la nota que nos da la referencia para la tonalidad menor relativa. En la tonalidad menor el intervalo que nos da la referencia para calcular cual es su **relativo mayor** es la **tercera menor (b3)**.

En el capítulo anterior ya estudiamos la relación que existe entre modos relativos. También vimos que el modo Jónico y el Eólico lo son porque se cumplen entre ellos las tres condiciones que enumeramos.

JÓNICO						EÓLICO				
	C6						Am7			
	C	E	G	A			A	C	E	G
	1	3	5	**6**			1	**b3**	5	b7
Pentatónica mayor						Pentatónica menor				
C	D	E	G	A		A	C	D	E	G
1	2	3	5	**6**		1	**b3**	4	5	b7

Se suele asociar el modo mayor a sentimientos de alegría y en contraposición el menor con la tristeza o la melancolía. Mientras que en el modo Jónico los intervalos de tercera, sexta y séptima son mayores, en el modo Eólico son menores, generando esta diferencia un claro contraste entre ambos.

MAYOR	1	2	3	4	5	6	7
MENOR	1	2	b3	4	5	b6	b7

El uso del temperamento igual se consolida a lo largo del siglo XIX en la música occidental porque ofrece la posibilidad de construir la escala diatónica a partir de cualquiera de los doce sonidos. Reproduciendo la secuencia interválica de la escala mayor y de la escala menor tomando como raíz cada una de las notas obtenemos todas las tonalidades posibles.

En el caso de las notas enarmónicas obtenemos **tonalidades enarmónicas** que utilizan diferentes nombres para hacer referencia a los mismos sonidos. Tal es el caso por ejemplo de "Do Sostenido mayor" y "Re bemol mayor".

1	2	3	4	5	6	7
C#	D#	E#	F#	G#	A#	B#
Db	Eb	F	Gb	Ab	Bb	C

En el siguiente cuadro desarrollamos por orden cromático las **TONALIDADES MAYORES:**

1	2	3	4	5	6	7
C	D	E	F	G	A	B
C#	D#	E#	F#	G#	A#	B#
Db	Eb	F	Gb	Ab	Bb	C
D	E	F#	G	A	B	C#
D#	E#	F##	G#	A#	B#	C##
Eb	F	G	Ab	Bb	C	D
E	F#	G#	A	B	C#	D#
F	G	A	Bb	C	D	E
F#	G#	A#	B	C#	D#	E#
Gb	Ab	Bb	Cb	Db	Eb	F
G	A	B	C	D	E	F#
G#	A#	B#	C#	D#	E#	F##
Ab	Bb	C	Db	Eb	F	G
A	B	C#	D	E	F#	G#
A#	B#	C##	D#	E#	F##	G##
Bb	C	D	Eb	F	G	A
B	C#	D#	E	F#	G#	A#
Cb	Db	Eb	Fb	Gb	Ab	Bb

Las **tonalidades enarmónicas** aparecen vinculadas en el cuadro. Lo habitual es usar preferentemente las que tengan menos alteraciones, por eso hemos atenuado las que no se suelen utilizar. En el caso de **F#/Gb** ambas tienen seis alteraciones y se utilizan indistintamente. Incluimos la tonalidad de "Do bemol mayor" como tonalidad enarmónica de "Si mayor". Aunque su uso no es muy común también existe como posibilidad.

A partir del sexto grado de las tonalidades mayores obtenemos las **TONALIDADES MENORES:**

1	2	b3	4	5	b6	b7
A	B	C	D	E	F	G
A#	B#	C#	D#	E#	F#	G#
Bb	C	Db	Eb	F	Gb	Ab
B	C#	D	E	F#	G	A
B#	C##	D#	E#	F##	G#	A#
C	D	Eb	F	G	Ab	Bb
C#	D#	E	F#	G#	A	B
D	E	F	G	A	Bb	C
D#	E#	F#	G#	A#	B	C#
Eb	F	Gb	Ab	Bb	Cb	Db
E	F#	G	A	B	C	D
E#	F##	G#	A#	B#	C#	D#
F	G	Ab	Bb	C	Db	Eb
F#	G#	A	B	C#	D	E
F##	G##	A#	B#	C##	D#	E#
G	A	Bb	C	D	Eb	F
G#	A#	B	C#	D#	E	F#
Ab	Bb	Cb	Db	Eb	Fb	Gb

Si ordenamos las **tonalidades** en función del número de sostenidos o bemoles que tienen observamos una **secuencia acumulativa** en la manera en la que van apareciendo las **alteraciones**:

Alteraciones	Tonalidad Mayor	Tonalidad Menor
F##,C##,G##,D#,A#,E#,B#	A#	F##m
F##,C##,G#,D#,A#,E#,B#	D#	B#m
F##,C#,G#,D#,A#,E#,B#	G#	E#m
F#,C#,G#,D#,A#,E#,B#	C#	A#m
F#,C#,G#,D#,A#,E#	F#	D#m
F#,C#,G#,D#,A#	B	G#m
F#,C#,G#,D#	E	C#m
F#,C#,G#	A	F#m
F#,C#	D	Bm
F#	G	Em
	C	Am
Bb	F	Dm
Bb,Eb	Bb	Gm
Bb,Eb,Ab	Eb	Cm
Bb,Eb,Ab,Db	Ab	Fm
Bb,Eb,Ab,Db,Gb	Db	Bbm
Bb,Eb,Ab,Db,Gb,Cb	Gb	Ebm
Bb,Eb,Ab,Db,Gb,Cb.Fb	Cb	Abm
Bbb,Eb,Ab,Db,Gb,Cb.Fb	Fb	Dbm

Las tonalidades enarmónicas que no se suelen utilizar por tener demasiadas alteraciones aparecen atenuadas en los extremos de la tabla. Hemos añadido las tonalidades de "Fa bemol mayor" - "Re bemol menor" como tonalidades enarmónicas de "Mi mayor" - "Do sostenido menor".

5	D	Bm	4
5	G	Em	4
5	C	Am	4
	F	Dm	

Las tonalidades resultantes quedan ordenadas por **cuartas** si descendemos por la tabla o por **quintas** si vamos hacia arriba.

Lo mismo sucede con la **secuencia acumulativa de las alteraciones**. Desde **F#** los **sostenidos** van apareciendo por intervalos de **quinta**. El orden resultante es el siguiente: "**F#,C#,G#,D#,A#,E#,B#**". A partir del octavo sostenido aparecen los sostenidos dobles y se repite la secuencia anterior.

Los **bemoles** aparecen por intervalos de **cuarta** y el **orden** resultante es exactamente el **inverso** con respecto a la secuencia de sostenidos: "**Bb,Eb,Ab,Db,Gb,Cb,Fb**".

En una **partitura tonal**, la tonalidad es deducible por el número de alteraciones que se indican en la **armadura.**



Si la armadura no tiene ninguna alteración la tonalidad puede ser "**Do mayor**" o "**La menor",** puesto que son estas las tonalidades sin alteraciones.



Para saber cuál es la tonalidad mayor cuando la armadura tiene sostenidos subimos medio tono desde el último sostenido que aparece en la armadura. Con **dos sostenidos** (F#,C#) subimos medio tono desde C# y obtenemos "**Re mayor**" como tonalidad. El sexto grado de **D** es **B**, de modo que su relativo menor es "**Si menor**".



Otro ejemplo: Con **cinco sostenidos** (F#,C#,G#,D#,A#) el último sostenido en aparecer en la armadura es A#. Subiendo medio tono desde esta nota obtenemos que la tonalidad es "**Si mayor**". El sexto grado de **B** es **G#**, de modo que su relativo menor es "**Sol sostenido menor**".



Con un solo bemol en la armadura la tonalidad es "**Fa mayor**" o "**Re menor**"



Con más bemoles, el penúltimo bemol que aparece en la armadura nos indica la nota fundamental para la tonalidad mayor. Con **tres bemoles** por ejemplo (Bb,Eb,Ab) el penúltimo bemol es Eb así que la tonalidad es "**Mi bemol mayor".** El sexto grado de **Eb** es **C** y en consecuencia su relativo menor es "**Do menor**".

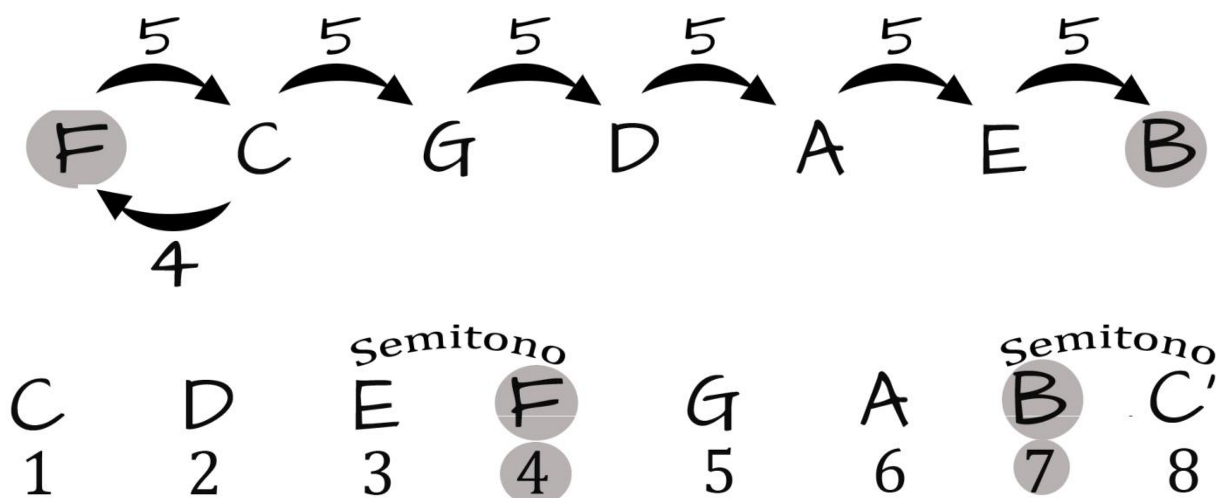


Otro ejemplo: Con **cinco bemoles** (Bb,Eb,Ab,Db,Gb) el penúltimo bemol que aparece en la armadura es Db. "**Re bemol mayor**" es la tonalidad resultante. El sexto grado de **Db** es **Bb**, por lo tanto "**Si bemol menor**" es su relativo menor.

En el siguiente gráfico las tonalidades se ordenan igual que en la tabla anterior pero dentro de un círculo. En el sentido de las agujas del reloj las tonalidades se ordenan por quintas, en el sentido contrario por cuartas. Las tonalidades correspondientes a los extremos de la tabla anterior coinciden en la misma posición con sus respectivas tonalidades enarmónicas en el círculo. Aparecen atenuadas en el interior del círculo puesto que utilizaremos preferentemente las tonalidades enarmónicas con menos alteraciones.

4.4- FUNCIONES TONALES EN LA TONALIDAD MAYOR.

La **tonalidad mayor** se construye tomando el modo **Jónico** como referencia. Su escala surge a partir de la segunda nota en un círculo de quintas.

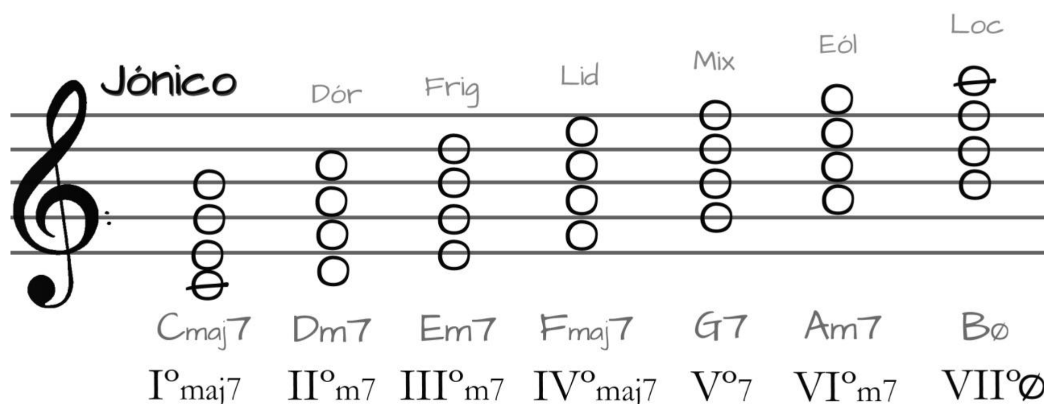


Por sí solos, los intervalos propios de su **escala pentatónica** (1,2,3,5,6) funcionan de manera estable sin que se generen conflictos. De hecho es incluso posible formar un acorde estable y consonante con estos cinco sonidos. [1]

Los intervalos de **cuarta** y **séptima mayor** *(que son el primer y último sonidos de la serie de quintas para formar la escala diatónica)*, son los que van a provocar las situaciones de tensión en la tonalidad, fundamentalmente por dos razones: Por situarse la una con respecto a la otra a distancia de **tritono** en primer lugar, y por generar tensiones de **semitono** con respecto a otras notas de la escala en segundo lugar *(con respecto a la tercera y la octava).*

Como ya hemos mencionado en capítulos anteriores, en la música tonal supeditamos el uso de los diferentes modos de manera jerárquica para realzar la importancia del centro tonal. Cada acorde adquiere una función establecida por cuestiones de "consonancia-disonancia" y se generan diferentes conflictos en términos de "tensión-distensión" llamados a resolver cadencialmente al reposar sobre el centro tonal protagonista.

Los grados se cifran con números romanos y pueden ir acompañados con información del acorde al que representan. A cada grado le corresponde una (o varias) funciones tonales. Para la tonalidad mayor los siete grados quedan ordenados de la siguiente manera:



[1] En el caso de la tonalidad de Do sería el acorde **C 6,9**

Las **FUNCIONES TONALES** son tres: **Tónica, dominante** y **subdominante** y están claramente representados por los grados **Iº**, **Vº** y **IVº** a los que denominamos "**grados primarios**".

TÓNICA Iº

La función de la tónica es ejercer como **centro tonal**. Indica **estabilidad** y **reposo**. No necesita resolver sobre otro acorde. El primer grado desempeña siempre el papel de tónica y en la tonalidad mayor su modo correspondiente es el **Jónico**.

DOMINANTE Vº 7

La función del acorde dominante es la de generar tensión para contrastar y resolver generalmente sobre el acorde de tónica. Suele contener el intervalo de tritono como generador de tensión.

El quinto grado desempeña el papel de dominante y en la tonalidad mayor su modo correspondiente es el **Mixolidio.**

En el quinto grado (Vº7) la tetrada asociada es el acorde **mayor con séptima menor**. El tritono se produce entre los intervalos de tercera mayor y séptima menor. Al producirse el cambio de acorde hacia el primer grado la tensión es sustituida por la consonancia de la triada mayor generando la sensación de resolución.

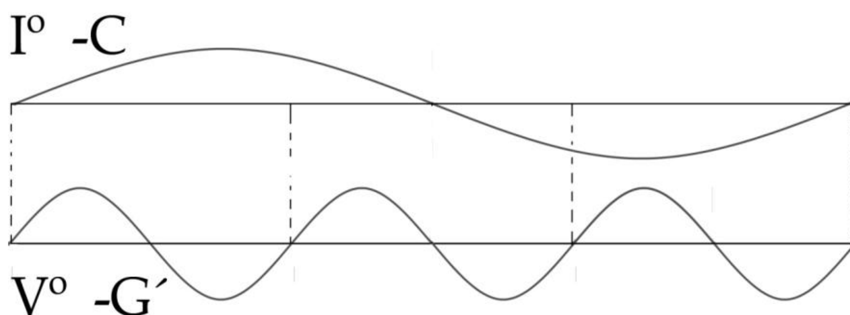
Trit { b7 → 3; 3 → 1 }

G7 C

Vº7 Iºmaj7

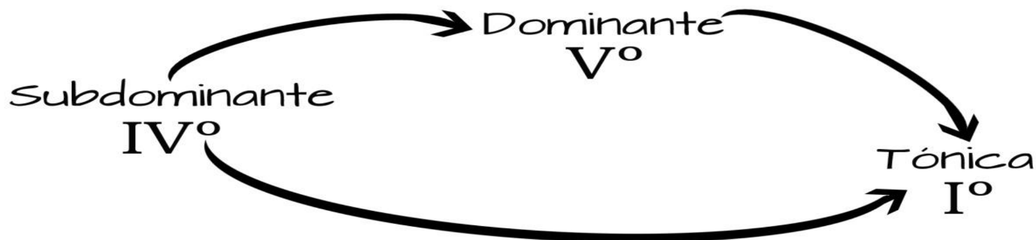
Vº 7					Iº		
G7					C		
G	**B**	**D**	**F**		**C**	**E**	**G**
1	3	5	b7		1	3	5
	1		**b5**				

Además, la frecuencia de la raíz del quinto grado se corresponde con el tercer armónico de la raíz del primer grado (de manera aproximada en el sistema temperado). Este fenómeno contribuye físicamente a que el quinto grado funcione como anticipación y llamada del primero.



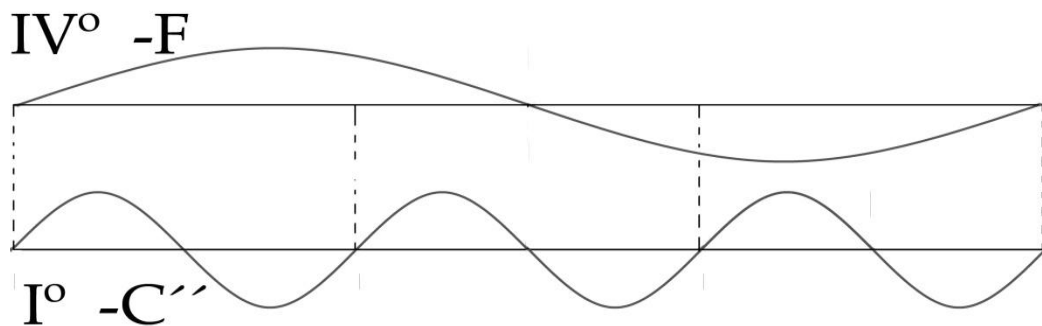
SUBDOMINANTE IVº

La subdominante se sitúa a medio camino entre la máxima tensión provocada por la dominante y el reposo absoluto representado por la tónica. Genera una leve tensión sobre la tónica pero puede evolucionar en dos direcciones, resolviendo directamente sobre la tónica o aumentando la tensión hacia la dominante.



El cuarto grado desempeña el papel de subdominante y en la tonalidad mayor su modo correspondiente es el **Lidio**.

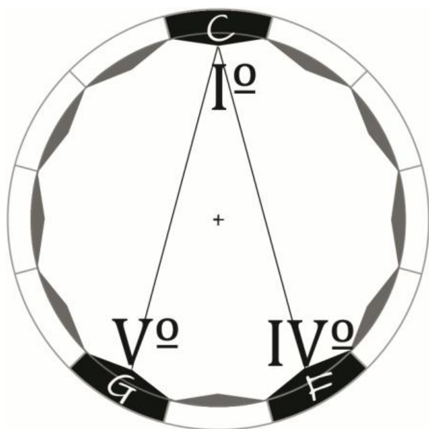
La frecuencia de la tónica se corresponde con el tercer armónico del cuarto grado, por esa razón aunque el primer grado no necesita resolver en ninguna dirección evoluciona de manera resolutiva al cambiar hacia el cuarto.



Por otro lado, en el primer grado el intervalo de cuarta genera tensión al ubicarse medio tono por encima de la tercera mayor. De ahí que el cuarto grado sea levemente tenso con respecto al primero. De hecho (en el ámbito tonal) el intervalo de cuarta es considerado como "nota a evitar" en el primer grado.

Iº(add4)			
C (add4)			
C	E	F	G
1	3	**4**	5
	1	**b2**	

Sin embargo, al no contener el cuarto grado tritono en su tetrada, la tensión provocada es mucho más leve que la del quinto grado.

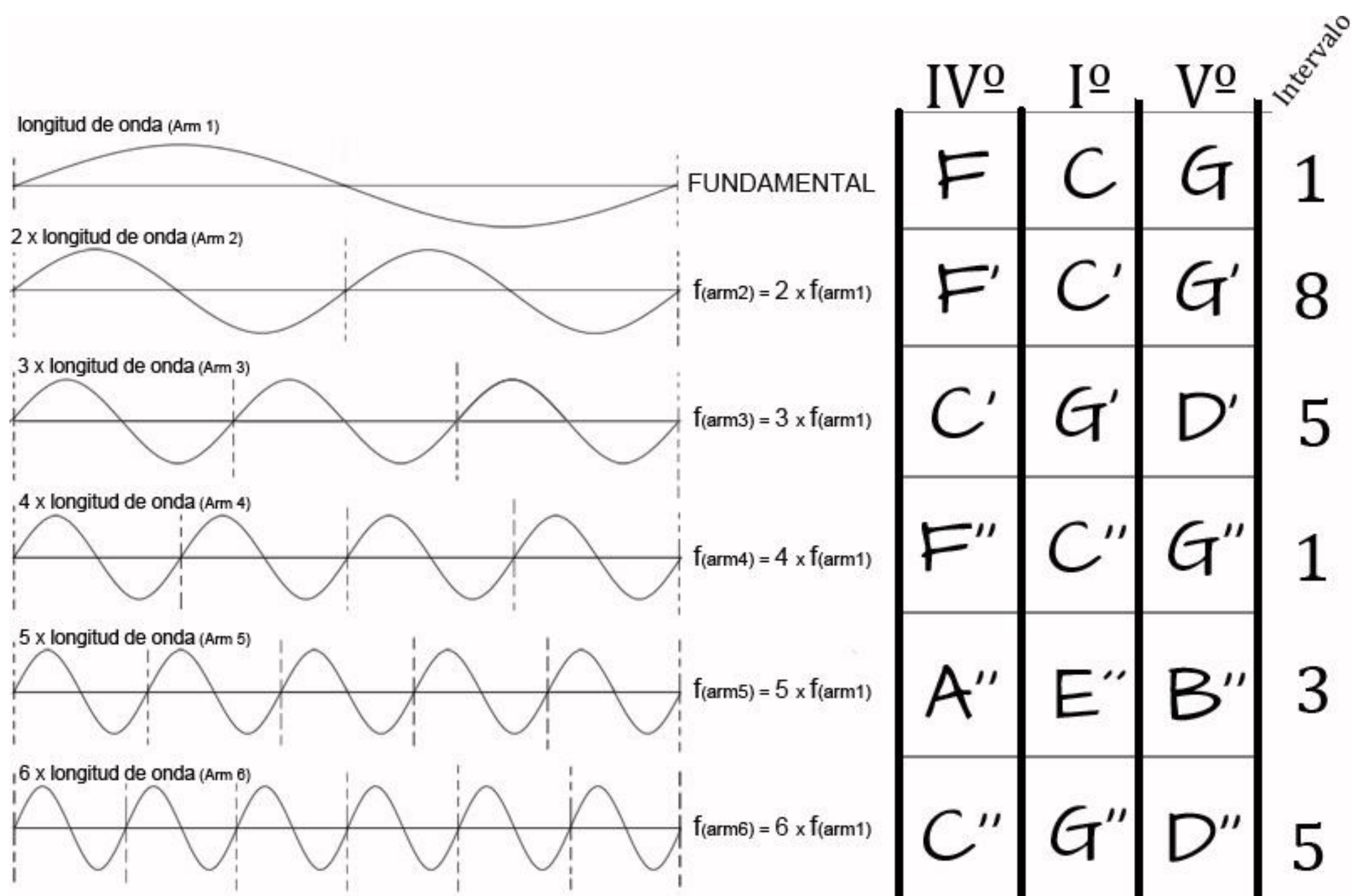


Los grados primero, cuarto y quinto fueron elegidos como columna vertebradora en el desarrollo de la tonalidad mayor por la manera en la que estas tres notas y sus respectivos armónicos se relacionan entre sí dando lugar a un sistema musical lógico y equilibrado basado en la consonancia entre sonidos.

Desde la tónica, el movimiento a la dominante supone un desplazamiento al tercer armónico, mientras que el movimiento a la subdominante supone un desplazamiento al tercer subarmónico.

Serie armónica	C	C	**G**
intervalo	1	8	**5**
Posición	1	2	**3**
inversión	1	8	**4**
Serie subarmónica	C	C	**F**

El tercer armónico del cuarto grado se corresponde con la nota fundamental del primero. El tercer armónico del primero con la fundamental del quinto. Por otro lado, los armónicos cuatro, cinco y seis de cada grado dan lugar a las tres triadas mayores del complejo diatónico. Estas tres triadas contienen las siete notas de la escala diatónica.



Sin embargo conviene recordar que este sistema no es matemáticamente perfecto, ya que los intervalos de tercera mayor en la afinación pitagórica y temperada no coinciden con la frecuencia del quinto armónico. En la afinación temperada de hecho, los intervalos de quinta tampoco coinciden con respecto a la frecuencia del tercer armónico *(a pesar de ser muy aproximados).*

GRADOS SECUNDARIOS **(IIº,IIIº,VIº,VIIº)**

Los grados secundarios ejercen también como tónica, dominante y subdominante pero no con la misma contundencia que los tres grados primarios (Iº,Vº,IVº). Sus funciones tonales vienen determinadas por las notas comunes que comparten sus triadas con respecto a los acordes de los grados primarios.

IIºm

El segundo grado es relativo menor del cuarto. Las notas de su tetrada contienen la triada completa del cuarto grado, por lo que su función como **SUBDOMINANTE** es muy fuerte.

Además, la raíz del segundo grado es intervalo de quinta justa con respecto al quinto grado lo cual favorece su tránsito hacia este.

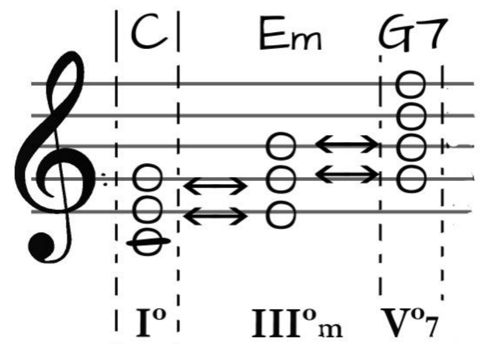
En la cadencia **IIº-Vº-Iº** se produce la consonancia de quintas entre la raíz de cada grado con respecto al siguiente.

SUBDOMINANTE					DOMINANTE					TÓNICA		
IIºm7					**Vº7**					**Iº**		
Dm7					**G7**					**C**		
D	F	A	C		**G**	B	**D**	F		C	E	**G**
1	b3	5	7		**1**	3	**5**	b7		1	3	**5**

En la tonalidad mayor el modo asociado al segundo grado es el **Dórico**.

IIIºm

El tercer grado contiene notas del primero y del quinto, con lo que en principio puede desempeñar las funciones de **tónica** y de **dominante**. Sin embargo en ambos casos, al no contener las notas que definen con contundencia sus funciones tonales el resultado es débil y ambiguo.



El tercer grado **no contiene la raíz del primer grado**, que es la nota característica que define la tonalidad actuando como centro tonal. Esto debilita la función tonal del tercer grado como **tónica**.

Iº				**IIIºm**		
C				**Em**		
C	E	G		E	G	B
1	3	5		1	b3	5

El tercer grado es relativo menor del quinto. Las notas de su tetrada contienen la triada completa del quinto grado. Pero es el intervalo de séptima del quinto grado el que produce la tensión característica del dominante al entrar en conflicto de tritono con respecto al intervalo de tercera. El tercer grado no contiene esa nota. Esto debilita su función tonal como **dominante** al **no producirse el tritono** que lo caracteriza.

Vº7					**IIIºm7**			
G7					**Em7**			
G	**B**	D	**F**		E	G	B	D
1	**3**	5	**b7**		1	b3	5	b7
	1		**b5**					

El modo asociado al tercer grado de la tonalidad mayor es el **Frigio**.

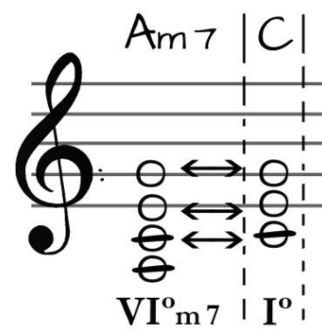
VIIºØ

El séptimo grado comparte todas las notas de su triada con la tetrada del quinto grado. A pesar de no contener su raíz si contiene su tritono característico, con lo cual su función tonal es claramente **DOMINANTE**.

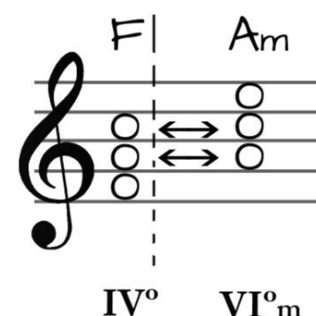
Vº7					**VIIºØ**		
G7					**BØ**		
G	**B**	D	**F**		**B**	D	**F**
1	**3**	5	**b7**		**1**	b3	**b5**
	1		**b5**				

El modo asociado al séptimo grado de la tonalidad mayor es el **Locrio**.

VIºm



El sexto grado es relativo menor del primero. Las notas de su tetrada contienen la triada completa del primer grado, con lo cual su función tonal como **TÓNICA** es bastante fuerte.



También tiene notas en común con respecto al cuarto grado, pero carece de su raíz, que es la nota que lo caracteriza. Esto debilita su función tonal como **subdominante**.

El modo asociado al sexto grado de la tonalidad mayor es el **Eólico**.

Para resumir las **FUNCIONES TONALES DE CADA GRADO** en la **tonalidad mayor**, sintetizamos a modo de repaso en el siguiente cuadro:

GRADO	TIPO	FUNCIÓN TONAL	MODO ASOCIADO
Iº	**Primario**	**TÓNICA**	Jónico
IIºm	Secundario	SUBDOMINANTE	Dórico
IIIºm	Secundario	Tónica o dominante (débil)	Frigio
IVº	**Primario**	**SUBDOMINANTE**	Lidio
Vº7	**Primario**	**DOMINANTE**	Mixolidio
VIºm	Secundario	TÓNICA Subdominante (débil)	Eólico
VIIºØ	Secundario	DOMINANTE	Locrio

En el presente capítulo hemos analizado los grados y las funciones tonales tomando como referencia la tonalidad de "Do mayor", pero como es evidente todo lo estudiado es aplicable para cualquier tonalidad mayor. En la página siguiente incluimos un cuadro con los grados de la tonalidad mayor desarrollado en todos los tonos.

Grados en todas las tonalidades mayores

	Iºmaj7	IIºm7	IIIºm7	IVºmaj7	Vº7	VIºm7	VIIºØ
	F#	G#m	A#m	B	C#7	D#m	E#Ø
	B	C#m	D#m	E	F#7	G#m	A#Ø
	E	F#m	G#m	A	B7	C#m	D#Ø
	A	Bm	C#m	D	E7	F#m	G#Ø
	D	Em	F#m	G	A7	Bm	C#Ø
	G	Am	Bm	C	D7	Em	F#Ø
	C	Dm	Em	F	G7	Am	BØ
	F	Gm	Am	Bb	C7	Dm	EØ
	Bb	Cm	Dm	Eb	F7	Gm	AØ
	Eb	F	Gm	Ab	Bb7	Cm	DØ
	Ab	Bbm	Cm	Db	Eb7	Fm	GØ
	Db	Ebm	Fm	Gb	Ab7	Bbm	CØ
	Gb	Abm	Bbm	Cb	Db7	Ebm	FØ

Progresiones de acordes habituales en la tonalidad mayor

Jon	Mixo
|: I°	**V°7 :|**
|: C	G7 :|
|: F	C7 :|
|: Bb	F7 :|
|: Eb	Bb7 :|
|: Ab	Eb7 :|
|: Db	Ab7 :|
|: Gb	Db7 :|
|: F#	C#7 :|
|: B	F#7 :|
|: E	B7 :|
|: A	E7 :|
|: D	A7 :|
|: G	D7 :|

Jon	Lid
|: I°maj7	**IV°maj7 :|**
|: Cmaj7	F maj7 :|
|: F maj7	Bb maj7 :|
|: Bb maj7	Eb maj7 :|
|: Eb maj7	Ab maj7 :|
|: Ab maj7	Db maj7 :|
|: Db maj7	Gb maj7 :|
|: Gb maj7	Cb maj7 :|
|: F# maj7	B maj7 :|
|: B maj7	E maj7 :|
|: E maj7	A maj7 :|
|: A maj7	D maj7 :|
|: D maj7	G maj7 :|
|: G maj7	C maj7 :|

Jon	Lid	Mixo	Jon
|: I°	**IV°**	**V°7**	**I° :|**
|: C	F	G7	C :|
|: F	Bb	C7	F :|
|: Bb	Eb	F7	Bb :|
|: Eb	Ab	Bb7	Eb :|
|: Ab	Db	Eb7	Ab :|
|: Db	Gb	Ab7	Db :|
|: Gb	Cb	Db7	Gb :|
|: F#	B	C#7	F# :|
|: B	E	F#7	B :|
|: E	A	B7	E :|
|: A	D	E7	A :|
|: D	G	A7	D :|
|: G	C	D7	G :|

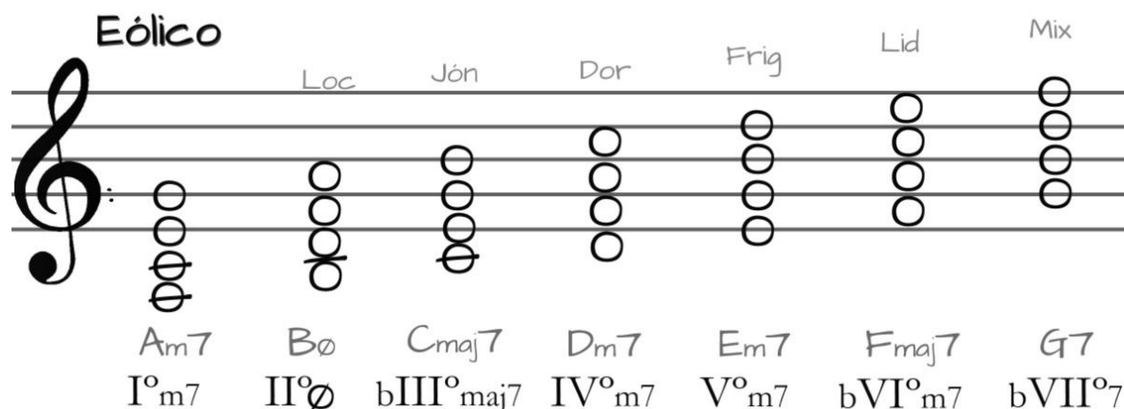
Jon	Dor	Mixo	Jon
|: Iº	**IIºm7**	**Vº7**	**Iºmaj7 :|**
|: C	Dm7	G7	Cmaj7 :|
|: F	Gm7	C7	F maj7 :|
|: Bb	Cm7	F7	Bb maj7 :|
|: Eb	Fm7	Bb7	Ebmaj7 :|
|: Ab	Bbm7	Eb7	Abmaj7 :|
|: Db	Ebm7	Ab7	Dbmaj7 :|
|: Gb	Abm7	Db7	Gb maj7 :|
|: F#	G#m7	C#7	F# maj7 :|
|: B	C#m7	F#7	B maj7 :|
|: E	F#m7	B7	E maj7 :|
|: A	Bm7	E7	A maj7 :|
|: D	Em7	A7	D maj7 :|
|: G	Am7	D7	G maj7 :|

Jon	Eol	Dor	Mix
|: Iº	**VIºm7**	**IIºm7**	**Vº7 :|**
|: C	Am7	Dm7	G7 :|
|: F	Dm7	Gm7	C7 :|
|: Bb	Gm7	Cm7	F7 :|
|: Eb	Cm7	Fm7	Bb7 :|
|: Ab	Fm7	Bbm7	Eb7 :|
|: Db	Bbm7	Ebm7	Ab7 :|
|: Gb	Ebm7	Abm7	Db7 :|
|: F#	D#m7	G#m7	C#7 :|
|: B	G#m7	C#m7	F#7 :|
|: E	C#m7	F#m7	B7 :|
|: A	F#m7	Bm7	E7 :|
|: D	Bm7	Em7	A7 :|
|: G	Em7	Am7	D7 :|

Jon	Mix	Eol	Frig	Lid	Jon	Dor	Mixo
|: Iº	**Vº**	**VIºm**	**IIIºm**	**IVº**	**Iº**	**IIºm**	**Vº7:|**

4.5- FUNCIONES TONALES EN LA TONALIDAD MENOR

La tonalidad menor se desarrolla a partir del sexto grado de la tonalidad mayor. En la tonalidad menor el modo **Eólico** es el que cumple la función de **tónica** actuando como **primer grado**. La distribución de los siete grados queda ordenada de la siguiente manera para el modo Eólico:



Sin embargo como veremos, la distribución diatónica del modo Eólico **no es suficiente** por sí misma para que se cumplan las funciones tonales de **dominante.** Será necesario alterar una de las notas del complejo diatónico para que se produzca la tensión de tritono que caracteriza a los acordes de dominante.

En la **tonalidad menor** las **FUNCIONES TONALES** son las mismas que en la tonalidad mayor: **Tónica, dominante** y **subdominante** y están también claramente representados por los grados **Iº**, **Vº** y **IVº** a los que denominamos "grados primarios".

TÓNICA Iºm

En la tonalidad menor el centro tonal está representado por una triada menor. No se cumple la consonancia de tercera mayor que tiene lugar en la tónica de la tonalidad mayor, por lo que la sensación de reposo y estabilidad es más débil.

En contraposición con la tonalidad mayor, el efecto que produce la tonalidad menor es más "triste, dramático o melancólico". El primer grado desempeña el papel de tónica y está representado en el complejo diatónico por el modo **Eólico**.

DOMINANTE Vº 7 (b9)

La tetrada correspondiente al quinto grado del modo Eólico es un acorde menor. Por ese motivo no se produce el tritono característico del acorde de dominante entre la tercera mayor y la séptima menor.

Vºm7			
Em7			
E	**G**	**B**	**D**
1	b3	5	b7
	1		**5**

Para provocar la tensión propia de un acorde de dominante el desarrollo de la tonalidad menor desembocó en la ***alteración del intervalo de tercera*** del quinto grado. Al subir medio tono este intervalo el quinto grado se transforma en un acorde mayor y aparece el tritono entre la tercera y la séptima.

Vº7			
E7			
E	G#	B	D
1	3	5	b7
	1		b5

La escala correspondiente al quinto grado del modo Eólico es el modo **Frigio**.

Vºm7							
Em7							
Frigio	1	b2	b3	4	5	b6	b7

Alterando su intervalo de tercera obtenemos el modo **FRIGIO MAYOR**. Esta escala no se corresponde con el modelo diatónico. Pertenece al "*complejo Armónica Menor*". [1]

Vº7							
E7							
Frigio Mayor	1	b2	3	4	5	b6	b7

Además, al contar el modo Frigio Mayor con una segunda menor en su escala, su extensión de **novena menor** también entra en conflicto de tritono con el intervalo de quinta.

Este acorde no cuenta solo con un tritono, sino que incluye dos tritonos. Entre los intervalos de tercera mayor, quinta justa, séptima menor y novena menor se genera una **tetrada disminuida**.

Vº7(b9)				
E7(b9)				
E	G#	B	D	F
1	3	5	b7	b9
	1		b5	
		1		b5
	1	b3	b5	bb7
	Tetrada disminuida			

Por otro lado al igual que sucede en la tonalidad mayor, la frecuencia de la raíz del quinto grado se corresponde con el tercer armónico de la raíz del primer grado contribuyendo físicamente a que el quinto grado funcione como anticipación y llamada del primero.

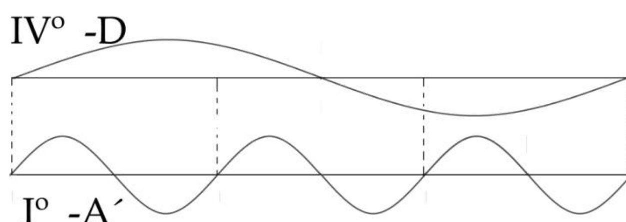
[1] El "complejo Armónico Menor" es ampliado y explicado con detalle en el capítulo siguiente.

SUBDOMINANTE **IVºm**

Al igual que sucede en la tonalidad mayor, la subdominante se sitúa a medio camino entre la máxima tensión provocada por la dominante y el reposo absoluto representado por la tónica. Genera una leve tensión sobre la tónica pero puede evolucionar en dos direcciones, resolviendo directamente sobre la tónica o aumentando la tensión hacia la dominante.

El cuarto grado desempeña el papel de subdominante y para la tonalidad menor su modo diatónico correspondiente es el **Dórico**.

La frecuencia de la tónica se corresponde con el tercer armónico del cuarto grado, por esa razón aunque el primer grado no necesita resolver en ninguna dirección evoluciona de manera resolutiva al cambiar hacia el cuarto.



En la **tonalidad mayor** el intervalo de **cuarta** entra en conflicto con la tercera mayor en el primer grado al situarse ambas notas a una distancia de medio tono. Por esa razón es considerado como "nota a evitar" en el primer grado. Esa es la razón por la cual en la tonalidad mayor el cuarto grado genera una leve tensión sobre el primero.

Iº(add4)			
C (add4)			
C	**E**	**F**	**G**
1	3	**4**	5
	1	**b2**	

El intervalo conflictivo en la **tónica menor** es la **sexta menor** al situarse medio tono por encima del intervalo de quinta. Es la misma nota que provoca el conflicto de cuarta en el relativo mayor (en el caso de "**C-Am**" la nota "**F**")

Imº(add b6)			
Am (add b6)			
A	**C**	**E**	**F**
1	b3	5	**b6**
		1	**b2**

El **cuarto grado** de la tonalidad menor contiene esa nota en la **tercera menor** del acorde. De ahí la tensión del subdominante sobre la tónica menor.

Aunque (como sucede en la tonalidad mayor) al no producirse el intervalo de tritono la tensión es mucho menor en comparación con el acorde de dominante.

IVºm		
Dm		
D	**F**	**A**
1	**b3**	**5**

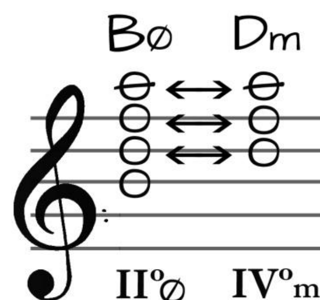
GRADOS SECUNDARIOS (IIº,bIIIº,bVIº,bVIIº,VIIº)

Al igual que en la tonalidad mayor, los grados secundarios ejercen también las funciones de tónica, dominante y subdominante, aunque no con la misma contundencia que los tres grados primarios (Iºm,Vº7,IVºm). Sus funciones tonales vienen determinadas por las notas comunes que comparten sus triadas con respecto a los acordes de los grados primarios.

IIºØ

La tetrata semidisminuida del segundo grado contiene la triada menor completa del cuarto grado, por lo que su función tonal es claramente **SUBDOMINANTE**.

Además de eso, la raíz del segundo grado es intervalo de quinta justa con respecto al quinto grado lo cual favorece su tránsito hacia este.



En la cadencia **IIºØ-Vº7-Iºm** se produce la consonancia de quintas entre la raíz de cada grado con respecto al siguiente.

SUBDOMINANTE					DOMINANTE					TÓNICA		
IIºØ					**Vº7**					**Iºm**		
BØ					**E7**					**Am**		
B	D	F	A		**E**	G#	**B**	D		A	C	**E**
1	b3	b5	b7		**1**	3	**5**	b7		1	b3	**5**

El modo **Locrio** es el que empleamos para el segundo grado de la tonalidad menor.

bIIIº

El **grado tercero menor** es el relativo mayor de la tónica. Todas las notas de su triada forman parte de la tetrada del primer grado. Sin embargo al no contener la nota fundamental que define la tonalidad menor su función como **Tónica** es débil y ambigua.

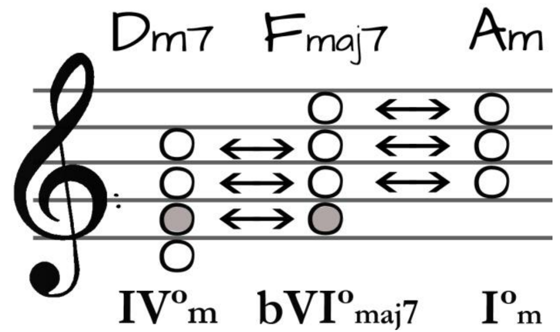
Iºm7					bIIIº		
Am7					**C**		
A	C	E	G		C	E	G
1	3	5	b7		1	3	5

Además, siendo este acorde el centro tonal de la tonalidad mayor relativa puede provocar sensación de ruptura con respecto a la tonalidad menor.

El modo **Jónico** es el que empleamos para el grado tercero menor de la tonalidad menor.

bVIº

El **grado sexto menor** contiene en su tetrada la triada completa del primer grado. Pero al mismo tiempo comparte con el cuarto grado la nota característica de la subdominante. Esto debilita su función como **Tónica** y refuerza su papel como **SUBDOMINANTE.**

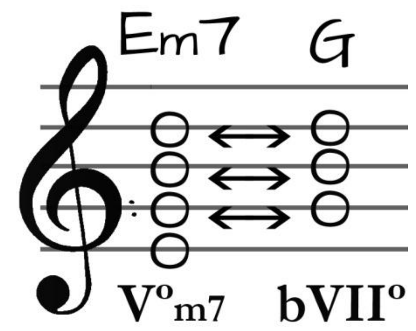


El modo **Lidio** es el que empleamos para el grado sexto menor de la tonalidad menor.

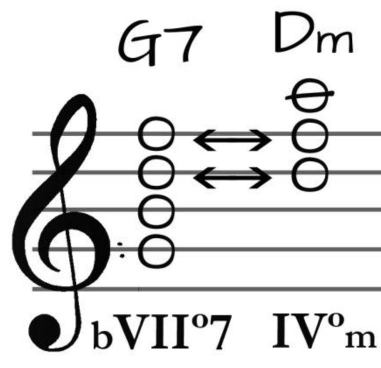
bVIIº- VIIºo

El **grado séptimo menor** del modo Eólico comparte las notas de su triada con la tetrada del quinto grado.

Como vimos anteriormente al formarse una tetrada menor en el quinto grado del modo Eólico no se produce el intervalo de tritono que caracteriza al acorde dominante.

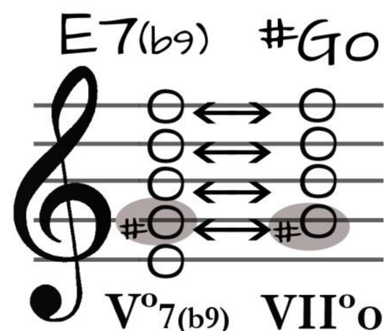


Por ese mismo motivo tampoco el grado séptimo menor cumple con la función de **dominante** para la tonalidad menor (aunque si lo hace para la tonalidad mayor relativa, hacia la que tiene tendencia a resolver.)



Sin embargo la tetrada del grado séptimo menor comparte con el cuarto menor las dos notas esenciales que determinan su función **SUBDOMINANTE.**

En el quinto grado es necesario alterar el intervalo de tercera para conseguir que se produzca el tritono entre la tercera mayor y la séptima menor característico del acorde dominante.



Esta alteración repercute también en el séptimo grado, ya que se corresponde con su nota fundamental provocando la transformación del acorde en una **tetrada disminuida.**

Esta tetrada disminuida del séptimo grado se corresponde con la tetrada que se forma en el quinto grado entre los intervalos de tercera mayor, quinta, séptima menor y novena menor.

Vº7(b9)				
E7(b9)				
E	**G#**	**B**	**D**	**F**
1	3	**5**	b7	**b9**
	1	**b3**	**b5**	**bb7**
	Tetrada disminuida			

VIIºo			
G#o			
G#	**B**	**D**	**F**
1	b3	b5	bb7

De este modo el **grado séptimo mayor** adquiere también la función de **DOMINANTE** para la tonalidad menor.

Para el **grado séptimo menor** del modo Eólico la escala correspondiente es la **Mixolidia.**

bVIIº7							
G7							
Mixolidio	1	2	3	4	5	6	b7

Al alterar la nota fundamental de la escala obtenemos un modo **Locrio con la cuarta y la séptima disminuida**. Esta escala se corresponde con el séptimo grado del modo Armónico Menor. [2]

VIIºo							
G#o							
Locrio b4 dism7	1	b2	b3	b4	b5	b6	bb7

[2] Los modos del complejo Armónico Menor son ampliados y explicados con detalle en el capítulo siguiente .

Como hemos podido apreciar en este capítulo, para afianzar la tonalidad menor no es suficiente con los grados diatónicos del modo Eólico. Es necesario utilizar los grados quinto y séptimo del modo Armónico Menor para que se produzca la tensión del dominante.

Eólico	**I°m**		**II°ø**	**bIII°**		**IV°m**		V°m	**bVI°**		bVII°	
Armónico Menor	I°m		II°Ø	bIII°#5		IV°m		**V°7(b9)**	bVI°			**VII°o**

El grado V°m del modo Eólico también puede ser empleado en la tonalidad menor. Aunque no cumple con la función de dominante se utiliza con frecuencia. Igualmente es posible y habitual sustituir cualquier grado del modo Eólico por otro relativo del Armónico menor. Esta práctica no tiene por qué reducirse únicamente a los grados V° y VII°.

Para resumir las **FUNCIONES TONALES DE CADA GRADO** en la tonalidad menor, sintetizamos a modo de repaso en el siguiente cuadro:

GRADO	FUENTE	TIPO	FUNCIÓN TONAL	MODO ASOCIADO
I°m	Eólico	**Primario**	**TÓNICA**	Eólico
II°Ø	Eólico	Secundario	SUBDOMINANTE	Locrio
bIII°	Eólico	Secundario	Tónica (débil)	Jónico
IV°m	Eólico	**Primario**	**SUBDOMINANTE**	Dórico
V°m	Eólico	---	*Dominante incompleto*	Frigio
V°7	**Armónico menor**	**Primario**	**DOMINANTE**	Frigio Mayor
bVI°	Eólico	Secundario	SUBDOMINANTE Tónica (débil)	Lidio
bVII°7	Eólico	--- Secundario	*Dominante incompleto* SUBDOMINANTE	Mixolidio
VII°o	**Armónico Menor**	Secundario	DOMINANTE	Locrio b4 dism7

Hemos analizado los grados y las funciones tonales tomando como referencia la tonalidad de "La menor", pero como es evidente todo lo estudiado es aplicable para cualquier tonalidad menor.

Progresiones de acordes habituales en la tonalidad menor

	Eol	Frig maj	
|:	**I°m**	**V°7**	**:|**
|:	Cm	G7	:|
|:	Fm	C7	:|
|:	Bbm	F7	:|
|:	Ebm	Bb7	:|
|:	D#m	A#7	:|
|:	G#m	D#7	:|
|:	C#m	G#7	:|
|:	F#m	C#7	:|
|:	Bm	F#7	:|
|:	Em	B7	:|
|:	Am	E7	:|
|:	Dm	A7	:|
|:	Gm	D7	:|

	Eol	Dor	
|:	**I°m7**	**IV°m7**	**:|**
|:	Cm7	Fm7	:|
|:	F m7	Bbm7	:|
|:	Bbm7	Eb m7	:|
|:	Ebm7	Abm7	:|
|:	D#m7	G#m7	:|
|:	G#m7	C#m7	:|
|:	C#m7	F#m7	:|
|:	F#m7	Bm7	:|
|:	Bm7	Em7	:|
|:	Em7	Am7	:|
|:	Am7	Dm7	:|
|:	Dm7	Gm7	:|
|:	Gm7	Cm7	:|

	Eol	Dor	Frig maj	Eol	
|:	**I°m**	**IV°m7**	**V°7**	**I°m**	:|
|:	Cm	Fm7	G7	Cm	:|
|:	Fm	Bbm7	C7	Fm	:|
|:	Bbm	Eb m7	F7	Bbm	:|
|:	Ebm	Abm7	Bb7	Ebm	:|
|:	D#m	G#m7	A#7	D#m	:|
|:	G#m	C#m7	D#7	G#m	:|
|:	C#m	F#m7	G#7	C#m	:|
|:	F#m	Bm7	C#7	F#m	:|
|:	Bm	Em7	F#7	Bm	:|
|:	Em	Am7	B7	Em	:|
|:	Am	Dm7	E7	Am	:|
|:	Dm	Gm7	A7	Dm	:|
|:	Gm	Cm7	D7	Gm	:|

	Eol	Loc	Frig maj	Eol	
|:	**I°m**	**II°Ø**	**V°7**	**I°m**	:|
|:	Cm	DØ	G7	Cm	:|
|:	Fm	GØ	C7	Fm	:|
|:	Bbm	CØ	F7	Bbm	:|
|:	Ebm	FØ	Bb7	Ebm	:|
|:	D#m	E#Ø	A#7	D#m	:|
|:	G#m	A#Ø	D#7	G#m	:|
|:	C#m	D#Ø	G#7	C#m	:|
|:	F#m	G#Ø	C#7	F#m	:|
|:	Bm	C#Ø	F#7	Bm	:|
|:	Em	F#Ø	B7	Em	:|
|:	Am	BØ	E7	Am	:|
|:	Dm	EØ	A7	Dm	:|
|:	Gm	AØ	D7	Gm	:|

	Eol	Lid	Frig maj	Eol	
|:	**I°m**	**bVI°**	**V°7**	**I°m**	:|

	Eol	Mixo	Lid	Frig maj	
|:	**I°m**	**VII°**	**bVI°**	**V°7**	:|

4.6- COMPLEJO ARMÓNICA MENOR

En el capítulo anterior estudiamos cómo en la tonalidad menor es necesario alterar una nota del complejo diatónico para que se produzca la tensión de tritono en los acordes con función de dominante. La alteración del intervalo de tercera en el modo Frigio da como resultado el modo Frigio Mayor que pertenece al complejo de la escala Armónica Menor.

En la música tonal los modos derivados de la escala Armónica Menor son utilizados de acuerdo a las leyes de la tonalidad, pero desde la perspectiva de la música modal estas siete escalas pueden ser utilizadas de manera independiente como eje en el desarrollo de una pieza musical.

Las escalas del complejo Armónica Menor se diferencian solamente en una nota con respecto a las escalas del complejo diatónico. Por eso toman sus mismos nombres añadiendo el intervalo que las diferencia (excepto en el caso de la escala desarrollada a partir de la nota diferencial).

Compl. Armónica Menor	**ARMÓNICA MENOR** (Eólico maj7)						
	1	**2**	**b3**	**4**	**5**	**b6**	**7**
	A	B	C	D	E	F	**G#**
Compl. Diatónico	**1**	**2**	**b3**	**4**	**5**	**b6**	**b7**
	A	B	C	D	E	F	**G**
	Eólico						

Compl. Armónica menor	**LOCRIO 6**						
	1	**b2**	**b3**	**4**	**b5**	**6**	**7**
	B	C	D	E	F	**G#**	A
Compl. Diatónico	**1**	**b2**	**b3**	**4**	**b5**	**b6**	**7**
	B	C	D	E	F	**G**	A
	Locrio						

Compl. Armónica menor	**JÓNICO #5**						
	1	**2**	**3**	**4**	**#5**	**6**	**7**
	C	D	E	F	**G#**	A	B
Compl. Diatónico	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
	C	D	E	F	**G**	A	B
	Jónico						

Compl. Armónica menor	**DÓRICO #4**						
	1	**2**	**b3**	**#4**	**5**	**6**	**b7**
	D	E	F	**G#**	A	B	C
Compl. Diatónico	**1**	**2**	**b3**	**4**	**5**	**6**	**b7**
	D	E	F	**G**	A	B	C
	Dórico						

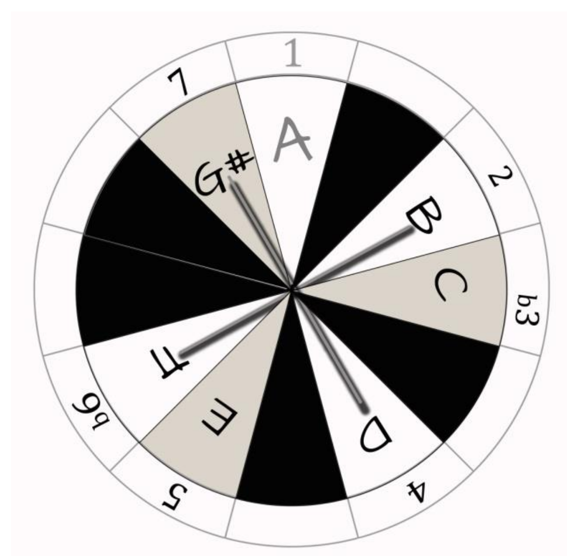
Compl. Armónica menor	FRIGIO MAYOR						
	1	**b2**	**3**	**4**	**5**	**b6**	**b7**
	E	F	**G#**	A	B	C	D
Compl. Diatónico	**1**	**b2**	**b3**	**4**	**5**	**b6**	**b7**
	E	F	**G**	A	B	C	D
	Frigio						

Compl. Armónica menor	LIDIO #2						
	1	**#2**	**3**	**#4**	**5**	**6**	**7**
	F	**G#**	A	B	C	D	E
Compl. Diatónico	**1**	**2**	**3**	**#4**	**5**	**6**	**7**
	F	**G**	A	B	C	D	E
	Lidio						

Compl. Armónica menor	LOCRIO b4 dim 7						
	1	**b2**	**b3**	**b4**	**b5**	**b6**	**bb7**
	G#	A	B	C	D	E	F
Compl. Diatónico	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**b7**
	G	A	B	C	D	E	F
	Mixolidio						

Las escalas del complejo Armónica Menor contienen tres saltos de un tono, tres saltos de medio tono y un salto de un tono y medio entre sus notas. Otra característica de estas escalas son el acorde disminuido y la triada aumentada que aparecen entre sus intervalos. La distribución de estas peculiaridades definen la identidad de cada modo.

ARMÓNICA MENOR



Acorde asociado

Am (maj7)			
A	C	E	G#
1	**b3**	**5**	**7**

Superestructura

B	D	F
9	**11**	**b13**

Tetrada dism.

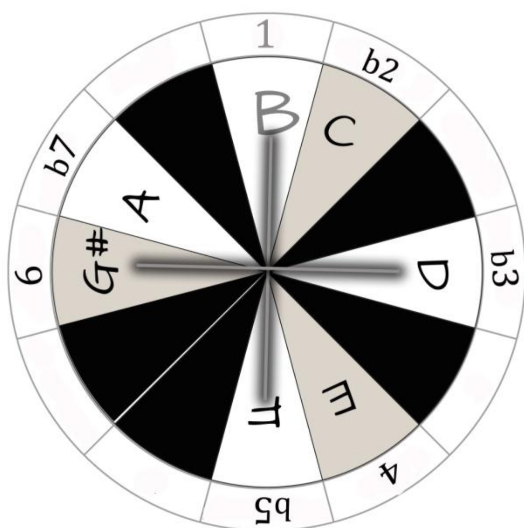
B	D	F	G#
2	**4**	**b6**	**7**

Triada aum.

C	E	G#
b3	**5**	**7**

	T	1/2 T	T	T	1/2 T	T + 1/2 T	1/2 T
1	**2**	**b3**	**4**	**5**	**b6**	**7**	**8**
A	B	C	D	E	F	G#	A

LOCRIO 6



Acorde asociado

B ø			
B	D	F	A
1	**b3**	**b5**	**b7**

Superestructura

C	E	G#
b9	**11**	**13**

Tetrada dism.

B	D	F	G#
1	**b3**	**b5**	**6**

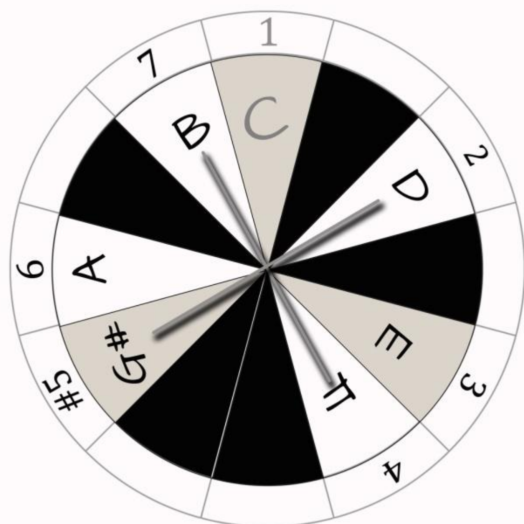
Triada aum.

C	E	G#
b2	**4**	**6**

1/2 T	T	T	1/2 T	T + 1/2 T	1/2 T	T

1	**b2**	**b3**	**4**	**b5**	**6**	**b7**	**8**
B	C	D	E	F	G#	A	B

JÓNICO #5



Acorde asociado

C #5(maj7)			
C	E	G#	B
1	**3**	**#5**	**7**

Superestructura

D	**F**	**A**
9	**11**	**13**

Tetrada dism.

D	F	G#	B
2	**4**	**#5**	**7**

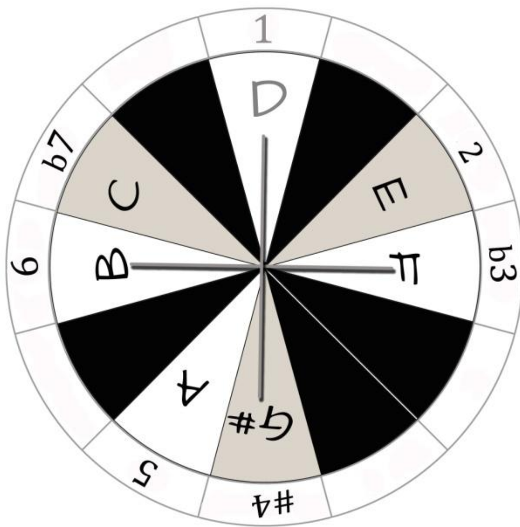
Triada aum.

C	E	G#
1	**3**	**#5**

T	T	1/2 T	T + 1/2 T	1/2 T	T	1/2 T

1	**2**	**3**	**4**	**#5**	**6**	**7**	**8**
C	D	E	F	G#	A	B	C

DÓRICO #4



Acorde asociado

Dm7			
D	F	A	C
1	**b3**	**5**	**b7**

Superestructura

E	G#	B
9	**#11**	**13**

Tetrada dism.

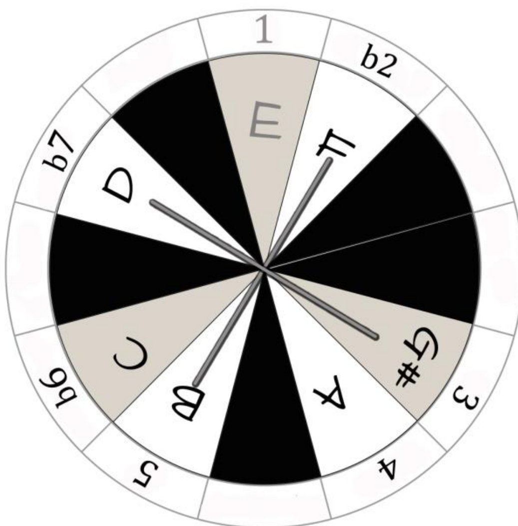
D	F	G#	B
1	**b3**	**#4**	**6**

Triada aum.

E	G#	C
2	**#4**	**b7**

	T	1/2 T	T + 1/2 T	1/2 T	T	1/2 T	T
1	**2**	**b3**	**#4**	**5**	**6**	**b7**	**8**
D	E	F	G#	A	B	C	D

FRIGIO MAYOR



Acorde asociado

E7			
E	G#	B	D
1	**3**	**5**	**b7**

Superestructura

F	A	C
b9	**11**	**b13**

Tetrada dism.

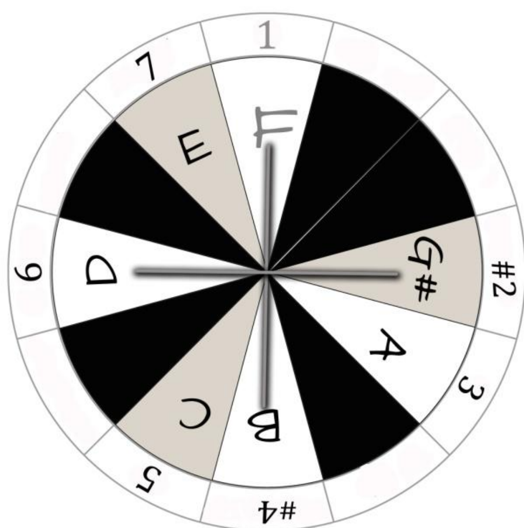
F	G#	B	D
b2	**3**	**5**	**b7**

Triada aum.

E	G#	C
1	**3**	**b6**

	1/2 T	T + 1/2 T	1/2 T	T	1/2 T	T	T
1	**b2**	**3**	**4**	**5**	**b6**	**b7**	**8**
E	F	G#	A	B	C	D	E

LIDIO #2



Acorde asociado

F maj7			
F	A	C	E
1	**3**	**5**	**7**

Superestructura

G#	B	D
#9	**#11**	**13**

Tetrada dism.

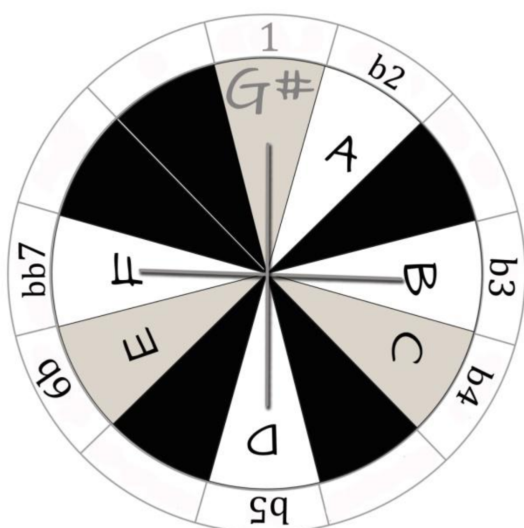
F	G#	B	D
1	**#2**	**#4**	**6**

Triada aum.

G#	C	E
#2	**5**	**7**

	T + 1/2 T	1/2 T	T	1/2 T	T	T	1/2 T
1	**#2**	**3**	**#4**	**5**	**6**	**7**	**8**
F	G#	A	B	C	D	E	F

LOCRIO b4 dim7



Acorde asociado

G# o			
G#	B	D	F
1	**b3**	**b5**	**bb7**

Superestructura

A	C	E
b9	**b11**	**b13**

Tetrada dism.

G#	B	D	F
1	**b3**	**b5**	**bb7**

Triada aum.

G#	C	E
1	**b4**	**b6**

	1/2 T	T	1/2 T	T	T	1/2 T	T + 1/2 T
1	**b2**	**b3**	**b4**	**b5**	**b6**	**bb7**	**8**
G#	A	B	C	D	E	F	G#

Tomando como referencia cualquiera de estos siete modos, la distribución de los demás es también diferente para cada caso. Este factor es importante en el estudio del complejo Armónica Menor desde una perspectiva modal al elegir cualquiera de los siete modos como centro tonal.



Con este propósito, utilizando la nomenclatura de los intervalos se desarrolla el **cifrado de los grados** con números romanos que pueden ir acompañados con información de los acordes a los que representan.

ARMÓNICA MENOR						
Iºm(maj7)	**IIº Ø**	**bIIIº#5(maj7)**	**IVºm 7**	**Vº 7 (b9)**	**bVIºmaj7**	**VIIºo**
Arm menor	Loc 6	Jon #5	Dor #4	Frig Maj	Lid #2	Loc b4 dim7

LOCRIO 6						
Iº Ø	**bIIº#5(maj7)**	**bIIIº m7**	**bIVº7(b9)**	**bVºmaj7**	**VIºo**	**bVIIºm(maj7)**
Loc 6	Jon #5	Dor #4	Frig Maj	Lid #2	Loc b4 dim7	Arm men

JÓNICO #5						
Iº#5(maj7)	**IIº m7**	**IIIº7(b9)**	**bIVºmaj7**	**#Vºo**	**VIºm(maj7)**	**VIIº Ø**
Jon #5	Dor #4	Frig Maj	Lid #2	Loc b4 dim7	Arm men	Loc 6

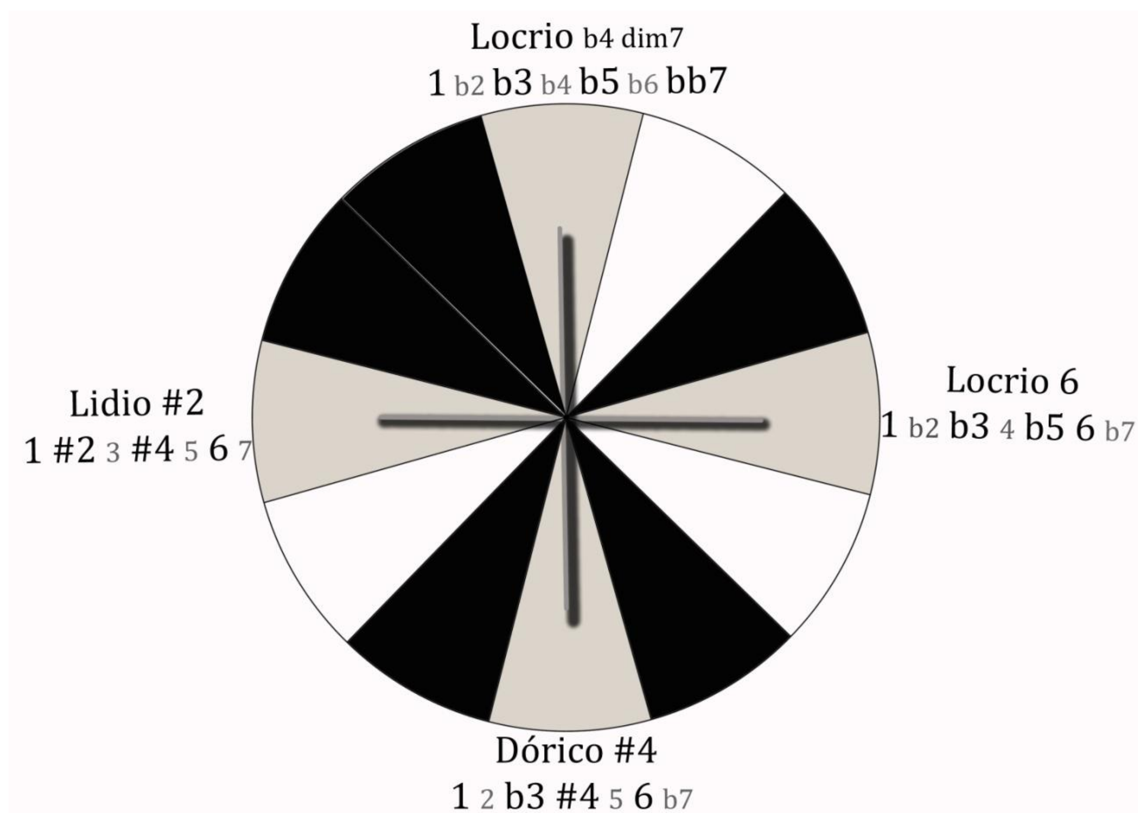
DÓRICO #4						
Iº m7	**IIº 7(b9)**	**bIIIºmaj7**	**#IVºo**	**Vºm(maj7)**	**VIº Ø**	**bVIIº#5(maj7)**
Dor #4	Frig Maj	Lid #2	Loc b4 dim7	Arm men	Loc 6	Jon #5

FRIGIO MAYOR						
Iº7(b9)	**bIIºmaj7**	**IIIºo**	**IVºm(maj7)**	**Vº Ø**	**bVIIº#5(maj7)**	**bVIIº m7**
Frig Maj	Lid #2	Loc b4 dim7	Arm men	Loc 6	Jon #5	Dor #4

LIDIO #2						
Iºmaj7	**#IIºo**	**IIIºm(maj7)**	**#IVº Ø**	**Vº#5(maj7)**	**VIº m7**	**VIIº7(b9)**
Lid #2	Loc b4 dim7	Arm men	Loc 6	Jon #5	Dor #4	Frig may

LOCRIO b4 dim7						
Iºo	**bIIºm(maj7)**	**bIIIº Ø**	**bIVº#5(maj7)**	**bVº m7**	**bVIº7(b9)**	**bbVIIºmaj7**
Loc b4 dim7	Arm men	Loc 6	Jon #5	Dor #4	Frig may	Lid #2

Los cuatro modos desde los que es posible desplegar el **acorde disminuido** a partir de la raíz, son una opción a tener en cuenta para utilizar en acordes disminuidos. La única de estas cuatro escalas que adquiere la tetrada disminuida como principal acorde asociado es la Locria b4 dim7 (equivalente a un Mixolidio #1). En los otros tres modos la tetrada disminuida encaja por la enarmonía de sus intervalos. [1]



[1] La funcionalidad de estas escalas en acordes disminuidos se detalla en el capítulo 4.14

Modos del complejo Armónica Menor en todos los tonos

Arm Menor	Loc 6	Jon #5	Dor #4	Frig Maj	Lid #9	Loc b4 (dim7)
G#	A#	B	C#	D#	E	F##
C#	D#	E	F#	G#	A	B#
F#	G#	A	B	C#	D	E#
B	C#	D	E	F#	G	A#
E	F#	G	A	B	C	D#
A	B	C	D	E	F	G#
D	E	F	G	A	Bb	C#
G	A	Bb	C	D	Eb	F#
C	D	Eb	F	G	Ab	B
F	G	Ab	Bb	C	Db	E
Bb	C	Db	Eb	F	Gb	A
Eb	F	Gb	Ab	Bb	Cb	D
Ab	Bb	Cb	Db	Eb	Fb	G

4.7- COMPLEJO MELÓDICA MENOR

Como hemos estudiado en los capítulos anteriores, el desarrollo de la tonalidad menor desemboca en el uso de modos propios del complejo Armónica Menor para que se produzca la tensión de tritono en los acordes con función de dominante. Las razones de su utilización son de tipo armónico, de ahí su nombre.

Eólico	**Iºm**		**IIºø**	**bIIIº**		**IVºm**		Vºm	**bVIº**		bVIIº	
Armónica Menor	Iºm		IIºØ	bIIIº#5		IVºm		**Vº7(b9)**	bVIº			**VIIºo**

Por motivos melódicos, para evitar el salto de tono y medio que se genera en la Armónica Menor, es frecuente sustituir el intervalo de sexta menor por una sexta mayor. De esta manera obtenemos la escala **Melódica Menor.**

ARMÓNICA MENOR

T	1/2 T	T	T	1/2 T	T + 1/2 T	1/2 T	
1	**2**	**b3**	**4**	**5**	**b6**	**7**	**8**
A	B	C	D	E	**F**	G#	A

MELÓDICA MENOR

T	1/2 T	T	T	T	T	1/2 T	
1	**2**	**b3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
A	B	C	D	E	**#F**	G#	A

La Melódica Menor da lugar a otros siete nuevos modos, que pueden ser utilizados de manera transitoria en la tonalidad menor, o bien desde una perspectiva modal actuar como centro tonal. Difiere en dos intervalos con respecto al modo Eólico (sexta y séptima.)

MELÓDICA MENOR						
1	**2**	**b3**	**4**	**5**	**6**	**7**
A	B	C	D	E	**F#**	**G#**
1	**2**	**b3**	**4**	**5**	**b6**	**b7**
A	B	C	D	E	**F**	**G**
Eólico						

Sin embargo, al comparar la Melódica Menor con los modos Dórico y Jónico, apreciamos que solamente difiere en un intervalo con respecto a estos. De manera que podemos entender la Melódica menor como un **Dórico maj7** o como un **Jónico menor**.

MELÓDICA MENOR (Dórico maj7)						
1	**2**	**b3**	**4**	**5**	**6**	**7**
A	B	C	D	E	F#	**G#**
1	**2**	**b3**	**4**	**5**	**6**	**b7**
A	B	C	D	E	F#	**G**
Dórico						

MELÓDICA MENOR (Jónico menor)						
1	**2**	**b3**	**4**	**5**	**6**	**7**
A	B	**C**	D	E	F#	G#
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
A	B	**C#**	D	E	F#	G#
Jónico						

Tomando estas similitudes como referencia, es posible nombrar de dos formas alternativas los siete modos del complejo Melódica Menor.

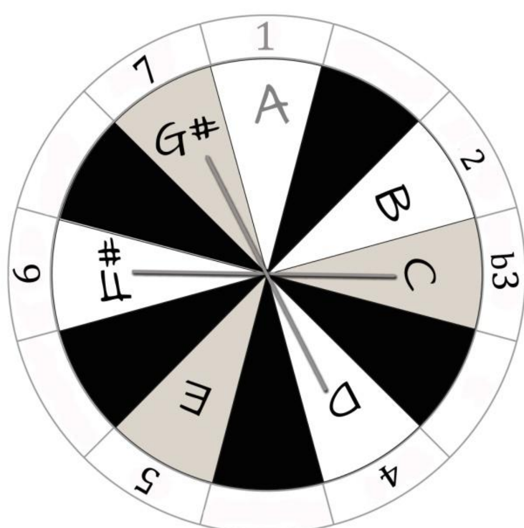
Compl. Melódica Menor	**Compl. Diatónico**	**Compl. Melódica Menor**	**Compl. Diatónico**
MELÓDICA MENOR (Dor maj7) 1 2 b3 4 5 6 **7**	Dórico 1 2 b3 4 5 6 **b7**	**MELÓDICA MENOR** (Jon menor) 1 2 **b3** 4 5 6 7	Jónico 1 2 **3** 4 5 6 7
FRIGIO 6 1 b2 b3 4 5 **6** b7	Frigio 1 b2 b3 4 5 **b6** b7	**DÓRICO b2** 1 **b2** 3 4 5 6 b7	Dórico 1 **2** 3 4 5 6 b7
LIDIO #5 1 2 3 #4 **#5** 6 7	Lidio 1 2 3 #4 **5** 6 7	**--------**	
			Frigio
MIXOLIDIO #4 1 2 3 **#4** 5 6 b7	Mixolidio 1 2 3 **4** 5 6 b7	**LIDIO b7** 1 2 3 #4 5 6 **b7**	Lidio 1 2 3 #4 5 6 **7**
EÓLICO MAYOR 1 2 **3** 4 5 b6 b7	Eólico 1 2 **b3** 4 5 b6 b7	**MIXOLIDIO b6** 1 2 3 4 5 **b6** b7	Mixolidio 1 2 3 4 5 **6** b7
LOCRIO 2 1 **2** b3 4 b5 b6 b7	Locrio 1 **b2** b3 4 b5 b6 b7	**EÓLICO b5** 1 2 b3 4 **b5** b6 b7	Eólico 1 2 b3 4 **5** b6 b7
	Jónico		
--------		**SUPERLOCRIO** (Alterada) 1 b2 b3 **b4** b5 b6 b7	Locrio 1 b2 b3 **4** b5 b6 b7

Exceptuando los modos Lidio #5 y Superlocrio, los demás modos del complejo Armónica Menor pueden ser interpretados de esas dos maneras.

MELÓDICA MENOR (Dor maj7)	**MELÓDICA MENOR** (Jónico menor)	1 2 b3 4 5 6 7
FRIGIO 6	**DÓRICO b2**	1 b2 b3 4 5 6 b7
LIDIO #5	**----------**	1 2 3 #4 #5 6 7
MIXOLIDIO #4	**LIDIO b7**	1 2 3 #4 5 6 b7
EÓLICO MAYOR	**MIXOLIDIO b6**	1 2 3 4 5 b6 b7
LOCRIO 2	**EÓLICO b5**	1 2 b3 4 b5 b6 b7
---------	**SUPERLOCRIO** (Alterada)	1 b2 b3 b4 b5 b6 b7

En los modos del complejo Armónica Menor se generan dos tritonos y una triada aumentada. Estas peculiaridades definen la identidad de cada modo.

MELÓDICA MENOR



Acorde asociado

Am (maj7)			
A	C	E	G#
1	**b3**	**5**	**7**

Superestructura

B	D	F#
9	**11**	**13**

Tritonos

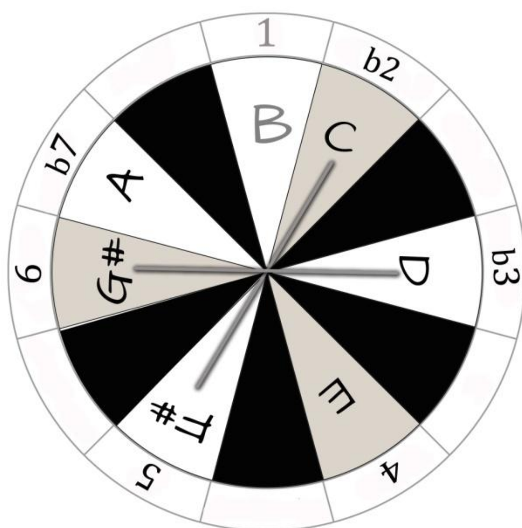
C	F#		D	G#
b3	**6**		**4**	**7**

Triada aum.

C	E	G#
b3	**5**	**7**

	T	1/2 T	T	T	T	T	1/2 T
1	**2**	**b3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
A	B	C	D	E	F#	G#	A

FRIGIO 6 / DÓRICO b2



Acorde asociado

Bm 7			
B	D	F#	A
1	**b3**	**5**	**b7**

Superestructura

C	E	G#
b9	**11**	**13**

Tritonos

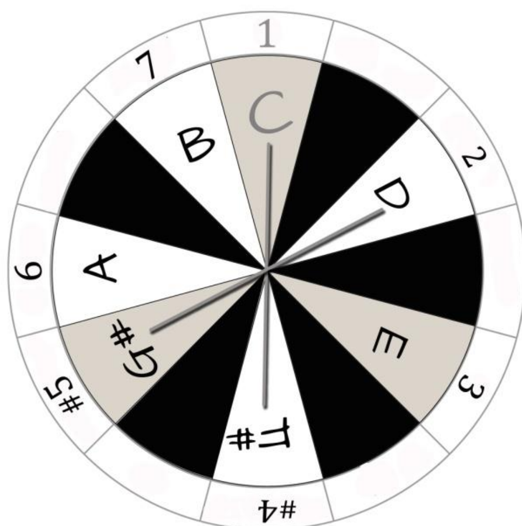
C	F#		D	G#
b2	**5**		**b3**	**6**

Triada aum.

C	E	G#
b2	**4**	**6**

	1/2 T	T	T	T	T	1/2 T	T
1	**b2**	**b3**	**4**	**5**	**6**	**b7**	**8**
B	C	D	E	F#	G#	A	B

LIDIO #5



Acorde asociado

C maj7 (#5)			
C	E	G#	B
1	**3**	**5#**	**7**

Superestructura

D	F#	A
9	**11#**	**13**

Tritonos

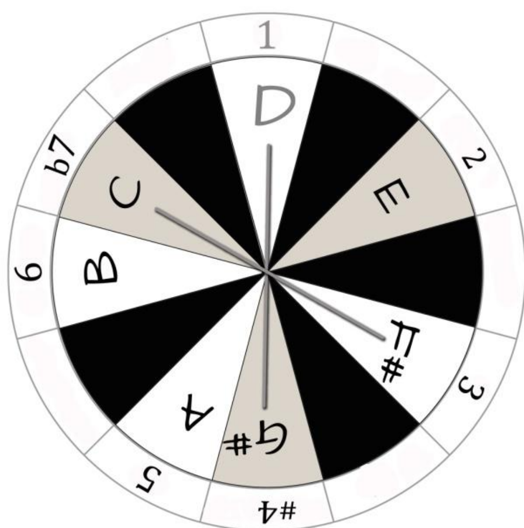
C	F#		D	G#
1	**#4**		**2**	**#5**

Triada aum.

C	E	G#
1	**3**	**#5**

	T	T	T	T	1/2 T	T	1/2 T
1	**2**	**3**	**#4**	**#5**	**6**	**7**	**8**
C	D	E	F#	G#	A	B	C

MIXOLIDIO #4 / LIDIO b7



Acorde asociado

D 7			
D	F#	A	C
1	**3**	**5**	**b7**

Superestructura

E	G#	B
9	**11#**	**13**

Tritonos

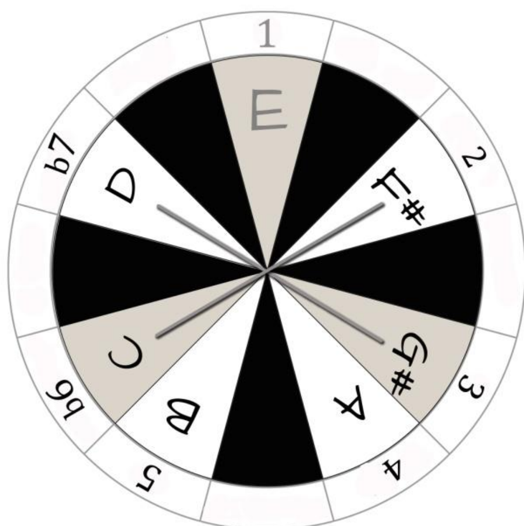
F#	C		D	G#
3	**b7**		**1**	**#4**

Triada aum.

E	G#	C
2	**#4**	**b7**

	T	T	T	1/2 T	T	1/2 T	T
1	**2**	**3**	**#4**	**5**	**6**	**b7**	**8**
D	E	F#	G#	A	B	C	D

EÓLICO MAYOR / MIXOLIDIO b6



Acorde asociado

E 7			
E	G#	B	D
1	**3**	**5**	**b7**

Superestructura

F#	A	C
9	**11**	**b13**

Tritonos

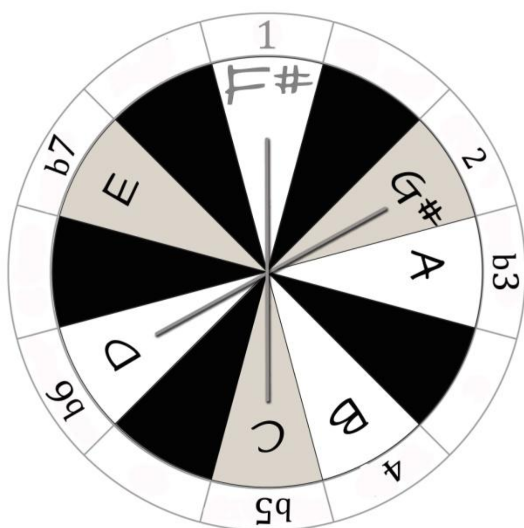
F#	C		G#	D
2	**b6**		**3**	**b7**

Triada aum.

E	G#	C
1	**3**	**b6**

	T	T	1/2 T	T	1/2 T	T	T
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**b6**	**b7**	**8**
E	F#	G#	A	B	C	D	E

LOCRIO 2 / EÓLICO b5



Acorde asociado

F#ø			
F#	A	C	E
1	**b3**	**b5**	**b7**

Superestructura

G#	B	D
9	**11**	**b13**

Tritonos

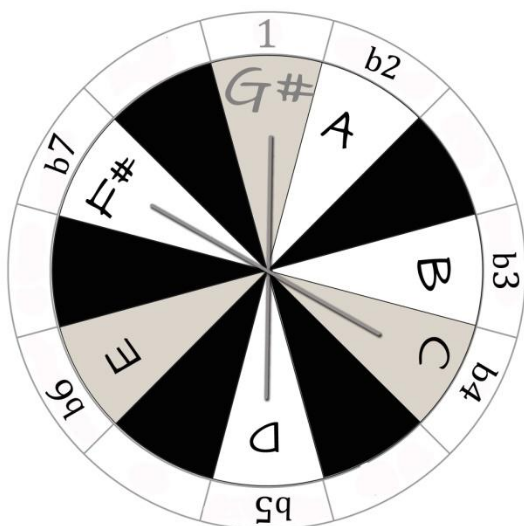
F#	C		G#	D
1	**b5**		**2**	**b6**

Triada aum.

G#	C	E
2	**b5**	**b7**

	T	1/2 T	T	1/2 T	T	T	T
1	**2**	**b3**	**4**	**b5**	**b6**	**b7**	**8**
F#	G#	A	B	C	D	E	F#

SUPERLOCRIO (Escala Alterada)



Acordes asociados

G#ø					G# Alt			
G#	B	D	F#		G#	Bx	D	F#
1	**b3**	**b5**	**b7**		**1**	**3**	**b5**	**b7**

Superestructura

A	C	E
b9	**b11**	**b13**

Tritonos

C	F#		G#	D
b4	**b7**		**1**	**b5**

Triada aum.

G#	**C**	**E**
1	b4	b6

	1/2 T	T	1/2 T	T	T	T	T
1	**b2**	**b3**	**b4**	**b5**	**b6**	**b7**	**8**
G#	A	B	C	D	E	F#	G#
1	**b2**	**#2**	**3**	**b5**	**#5**	**b7**	**8**
G#	A	**A#**	**B##**	D	**D##**	F#	G#

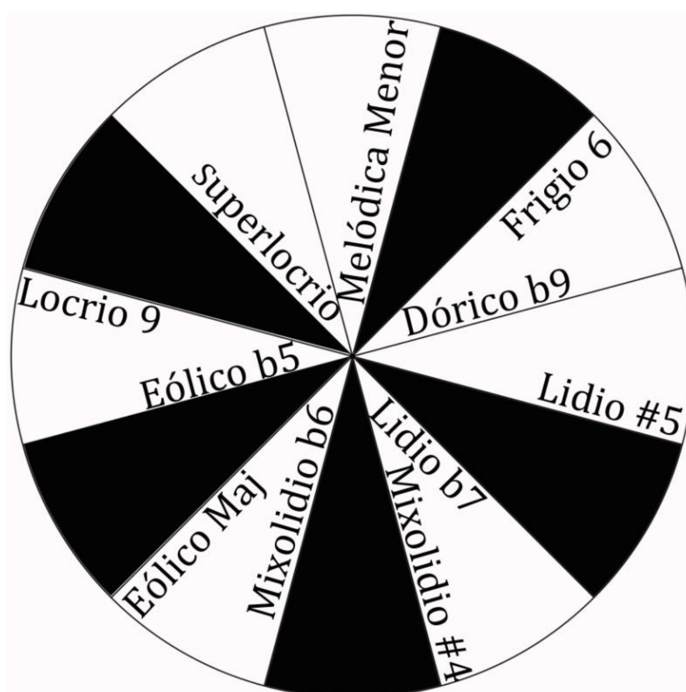
La escala Superlocria es equivalente a una escala Jónica con la tónica aumentada.

Superlocrio (Jon #1)	**#1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
	G#	A	B	C	D	E	F#
Jónico	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
	G	A	B	C	D	E	F#

Esto hace que (por enarmonía) encaje muy bien utilizar el acorde alterado como **dominante sustituto.** [1]

Aunque el **Superlocrio** es realmente un **Locrio b4** asociado a un acorde semidisminuido, en armonía moderna es muy frecuente utilizarlo asociado a un acorde mayor de séptima con función de dominante. La **escala Alterada** utiliza sonidos enarmónicos para poder encajar el Locrio b4 en una estructura armónica con tercera mayor, quinta disminuida, quinta aumentada, séptima menor, novena menor y novena aumentada.

Tomando como referencia cualquiera de estos siete modos, la distribución de los demás es también diferente para cada caso. Este factor es importante en el estudio del complejo Melódica Menor desde una perspectiva modal al elegir cualquiera de los siete modos como centro tonal.



Con este propósito, utilizando la nomenclatura de los intervalos se desarrolla el **cifrado de los grados** con números romanos que pueden ir acompañados con información de los acordes a los que representan.

[1] Como se explica en el capítulo 4.12

MELÓDICA MENOR						
Iºm(maj7)	**IIº m**	**bIIIº#5(maj7)**	**IVº 7**	**Vº 7**	**VIºØ**	**VIIºØ VIIº (Alt)**
Mel menor	Frig 6 Dor b9	Lid #5	Mixo #4 Lid 7	Eol Maj Mixo b6	Loc 9 Eol b5	Superloc (Alt)

FRIGIO 6 / DÓRICO b9						
Iº m	**bIIº#5(maj7)**	**bIIIº 7**	**IVº 7**	**VºØ**	**VIºØ VIº (Alt)**	**VIIºm(maj7)**
Frig 6 Dor b9	Lid #5	Mixo #4 Lid 7	Eol Maj Mixo b6	Loc 9 Eol b5	Superloc (Alt)	Mel menor

LIDIO #5						
Iº#5(maj7)	**IIº 7**	**IIIº 7**	**#IVºØ**	**#VºØ #Vº (Alt)**	**VIºm(maj7)**	**VIIºm**
Lid #5	Mixo #4 Lid 7	Eol Maj Mixo b6	Loc 9 Eol b5	Superloc (Alt)	Mel menor	Frig 6 Dor b9

MIXOLIDIO #4 / LIDIO b7						
Iº 7	**IIº 7**	**IIIºØ**	**#IVºØ #IVº (Alt)**	**Vºm(maj7)**	**VIºm**	**VIIº#5(maj7)**
Mixo #4 Lid 7	Eol Maj Mixo b6	Loc 9 Eol b5	Superloc (Alt)	Mel menor	Frig 6 Dor b9	Lid #5

EÓLICO MAYOR / MIXOLIDIO b6						
Iº 7	**IIºØ**	**IIIºØ IIIº (Alt)**	**IVºm(maj7)**	**Vºm**	**bVIº#5(maj7)**	**VIIº 7**
Eol Maj Mixo b6	Loc 9 Eol b5	Superloc (Alt)	Mel menor	Frig 6 Dor b9	Lid #5	Mixo #4 Lid 7

LOCRIO 9 / EÓLICO b5						
IºØ	**IIºØ IIº (Alt)**	**bIIIºm(maj7)**	**IVºm**	**bVº#5(maj7)**	**bVIº 7**	**VIIº 7**
Loc 9 Eol b5	Superloc (Alt)	Mel menor	Frig 6 Dor b9	Lid #5	Mixo #4 Lid 7	Eol Maj Mixo b6

SUPERLOCRIO (Alterada)						
IºØ Iº (Alt)	**bIIºm(maj7)**	**bIIIºm**	**bIVº#5(maj7)**	**bVº 7**	**bVIº 7**	**bVIIºØ**
Superloc (Alt)	Mel menor	Frig 6 Dor b9	Lid #5	Mixo #4 Lid 7	Eol Maj Mixo b6	Loc 9 Eol b5

Modos del complejo Melódica Menor en todos los tonos

Mel Menor	Frig 6 Dor b9	Lid #5	Mixo #4 Lid b7	Eol Maj Mixo b6	Loc 9 Eol b5	Supeloc (Alt)
G#	A#	B	C#	D#	E#	F##
C#	D#	E	F#	G#	A#	B#
F#	G#	A	B	C#	D#	E#
B	C#	D	E	F#	G#	A#
E	F#	G	A	B	C#	D#
A	B	C	D	E	F#	G#
D	E	F	G	A	B	C#
G	A	Bb	C	D	E	F#
C	D	Eb	F	G	A	B
F	G	Ab	Bb	C	D	E
Bb	C	Db	Eb	F	G	A
Eb	F	Gb	Ab	Bb	C	D
Ab	Bb	Cb	Db	Eb	F	G

4.8- AMPLIANDO LA TONALIDAD MENOR

Como explicábamos en el capítulo anterior, el complejo Melódico Menor comienza a utilizarse en la tonalidad menor por motivos melódicos para evitar el salto de tono y medio que se genera en el complejo Armónica Menor. Inicialmente en la armonía clásica se utilizaba la escala Armónica Menor cuando la melodía era en sentido ascendente y la Melódica menor cuando la melodía tenía sentido descendente.

Actualmente, la armonía moderna establece que es posible utilizar y combinar los grados correspondientes a los modos Eólico, Armónico Menor y Melódico menor en el tratamiento de la tonalidad menor.

Eólico	Armónica Menor	Melódica Menor
Iºm 7 (Eol)	**Iºm(maj7)** (Arm men)	**Iºm(maj7)** (Mel men)
IIºØ (Loc)	**IIºØ** (Loc 6)	**IIºm 7** (Fig 6 / Dor b9)
bIIIº maj7 (Jon)	**bIIIº#5 maj7** (Jon #5)	**bIIIº#5 maj7** (Lid #5)
IVºm7 (Dor)	**IVºm7** (Dor #4)	**IVº 7** (Mixo #4 / Lid b7)
Vºm7 (Frig)	**Vº 7(b9)** (Frig maj)	**Vº 7** (Eol maj / Mixo b6)
bVIºmaj7 (Lid)	**bVIº maj7** (Lid #2)	
		VIºØ (Loc 9 / Eol b5)
bVIIº 7 (Mix)		
	VIIºo (Loc b4 dim7)	**VIIºØ /VIIº(Alt)** (Superloc/Alt)

Atendiendo a las tetradas originadas en los grados de estos tres modos, clasificamos en **AREAS TONALES** aquellos acordes que contienen las notas características de cada función tonal. Incluimos a continuación únicamente aquellos grados secundarios que ejercen alguna función tonal de manera fuerte, clara y contundente. Distinguimos también entre subdominante mayor y menor:

1.Area de tónica:

Se define por la triada menor propia del primer grado.

Iºm 7	**Iºm (maj7)**
(Eol)	(Arm men)/ (Mel men)

2. Area de dominante:

Caracterizada por el tritono que se forma entre los intervalos de tercera mayor y séptima menor en el quinto grado (7 y 4 del primer grado).

Vº 7(b9)	**Vº 7**	**VIIºo**	**VIIºø**
(Frig maj)	(Mixo b6)	(Loc b4 dim7)	(Superloc)

3.1 Area de subdominante menor:

La fundamental y sobretodo la tercera menor en el cuarto grado son las notas características (4 y b6 del primer grado).

IVºm7	**IIºØ**	**bVIºmaj7**	**bVIIº 7**
(Dor) / (Dor #4)	(Loc) / (Loc 6)	(Lid) /(Lid #2)	(Mix)

3.2 Area de subdominante mayor:

Fundamental y tercera mayor en el cuarto grado son las notas características (4 y 6 del primer grado).

IVº 7	**IIºm 7**	**VIºØ**
(Lid b7)	(Dor b9)	(Loc 9)

Al realizar una progresión **subdominante-dominante-tónica**, contamos con diversas opciones haciendo uso de los acordes disponibles para cada función tonal:

SUBDOMINANTE	**DOMINANTE**	**TÓNICA**
IVºm7 (Dor) / (Dor #4) Dm7	**Vº 7(b9)** (Frig maj) E7(b9)	**Iºm 7** (Eol) Am7
IIºØ (Loc) / (Loc 6) BØ	**Vº 7(b9)** (Frig maj) E7(b9)	**Iºm 7** (Eol) Am7
IVº 7 (Lid b7) D7	**Vº 7** (Mixo b6) E7(b9)	**Iºm (maj7)** (Arm men)/ (Mel men) Am (maj7)
IIºm 7 (Dor b9) Bm7	**Vº 7** (Mixo b6) E7	**Iºm 7** (Eol) Am7
bVIIº 7 (Mix) G7	**VIIºo** (Loc b4 dim7) G#o	**Iºm 7** (Eol) Am7
bVIºmaj7 (Lid) /(Lid #2) F maj7	**Vº 7(b9)** (Frig maj) E7(b9)	**Iºm 7** (Eol) Am7
VIºØ (Loc 9) F#Ø	**VIIºø** (Superloc) G#Ø	**Iºm (maj7)** (Arm men)/ (Mel men) Am (maj7)

4.9- MODULACIÓN Y CAMBIO DE TONO

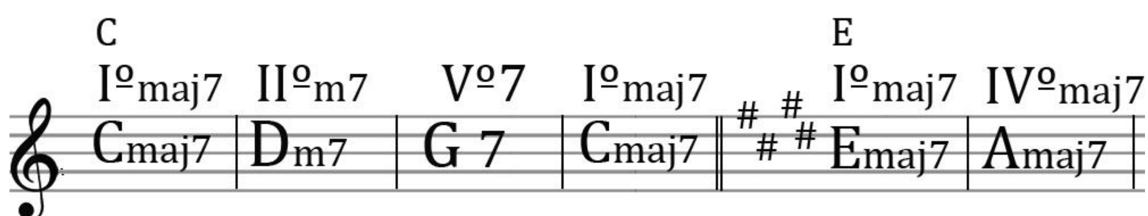
El significado de algunas palabras que empleamos para referirnos a aspectos relacionados con alteraciones en el orden natural de los grados ha cambiado en la teoría musical desde el final de la Edad Media hasta la actualidad. En los tratados de música antigua el término *"modulación"* se empleaba para referirnos a un cambio de modo, *"tonulación"* hacía referencia a un cambio de centro tonal (es decir, cambio de la nota o tono que ejerce como centro tonal). *"Modulación-tonulación"* referenciaba la combinación de ambos fenómenos.

Esta terminología está en desuso actualmente, sin embargo resume bastante bien el funcionamiento de estos procedimientos.

Actualmente empleamos el término *"cambio de tono"* para referirnos a un cambio de centro tonal. Cuando mantenemos el centro tonal pero empleamos grados propios de un modo diferente hablamos de *"cambio de modo"* o de *"intercambio modal"* (si es de forma transitoria). "*Modulación"* se utiliza tanto para referirse a un cambio de tono o modo como para definir el procedimiento empleado.

La práctica de estas técnicas enriquece la expresividad musical al romper con la monotonía y las limitaciones que nos ofrece un sistema cerrado de siete notas estáticas. Permiten sorprender al oyente con cambios inesperados y multiplican exponencialmente los recursos compositivos.

Un **cambio de tono** puede realizarse directamente. En un momento dado elegimos otro centro tonal diferente y a partir de ese momento cumple la función de primer grado.

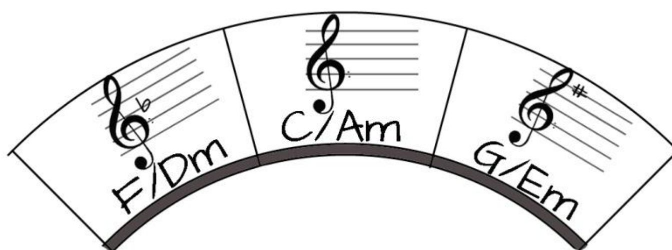


En este ejemplo hemos realizado un cambio de tono de Do mayor a Mi mayor. Es un cambio brusco porque se alteran repentinamente cuatro notas.

Se consideran **tonalidades cercanas o vecinas** aquellas que comparten todos sus sonidos o todos excepto uno. Son el relativo menor/mayor, las tonalidades desarrolladas a partir del quinto grado y su relativo y las tonalidades desarrolladas a partir del cuarto grado y su relativo.

Las modulaciones a tonalidades vecinas se utilizan con mucha frecuencia porque pueden llevarse a cabo de manera suave al existir muchos acordes en común entre la tonalidad original y la nueva.

En el caso de Do mayor, sus **tonalidades vecinas** son La menor, Sol mayor, Mi menor, Fa mayor y Re menor.



Se corresponden con los grados **VIº**, **Vº**, IIIº, **IVº** y IIº de Do mayor.

Iº	IIº	IIIº	IVº	Vº	VIº
C	Dm	Em	F	G	Am

Siendo La menor relativo menor de Do mayor, sus tonalidades vecinas son las mismas. Se corresponden con sus grados **bIIIº**, **Vº**, bVIIº , **IVº** y bVIº

Iºm	bIIIº	IVºm	Vºm	bVIº	bVIIº
Am	C	Dm	Em	F	G

En una modulación podemos pivotar sobre algún acorde común a la tonalidad original y la nueva. Esto suaviza la entrada al nuevo centro tonal, que puede ir precedido por sus acordes de subdominante y/o dominante.

Am: IVºm7 Vº7 Iºm IIºØ Vº7

C: Vº7 Iºmaj7 IIºm7

G 7 | C maj7 | Dm7 | E7 | Am | BØ | E7

En este ejemplo hemos modulado al relativo menor. El segundo grado del tono original es utilizado para pivotar y cumple la función tonal de subdominante de cuarto grado para la nueva tonalidad.

G: IIºm7 Vº7 Iºmaj7

C: Vº7 Iºmaj7 VIºm7

G7 | C maj7 | Am7 | D7 | Gmaj7 |

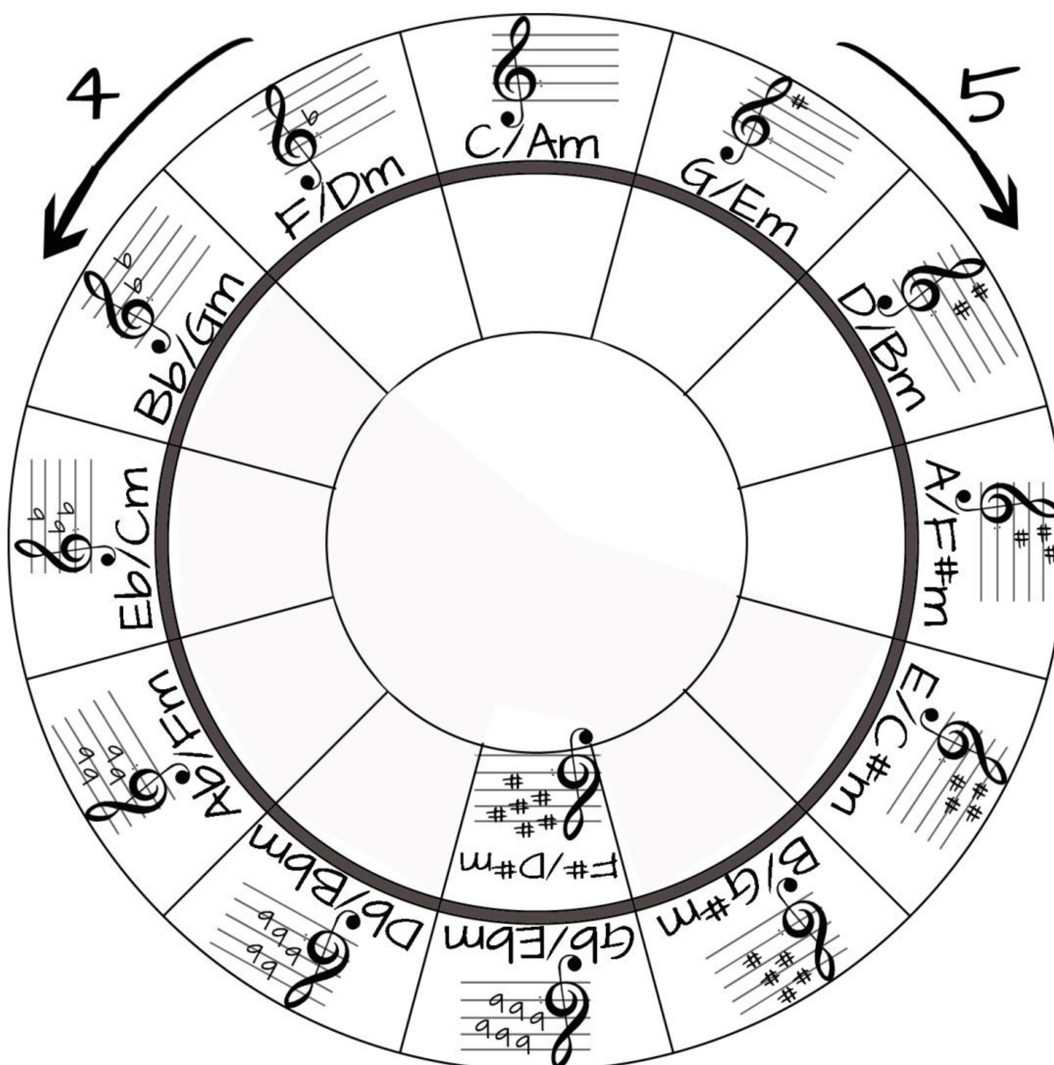
Otro ejemplo parecido al anterior. En este caso el sexto grado de la tonalidad original cumple con la función subdominante de segundo grado para la nueva tonalidad.

La modulación se produce en ocasiones de forma transitoria o pasajera. Otras veces puede ser que una frase o sección completa transcurra en la nueva tonalidad, incluso es posible modular y no regresar al tono original, pero es habitual modular nuevamente para regresar a la tonalidad de inicio.

C	F				C	
Iºmaj7	Vº7	Iºmaj7	IVºmaj7	IIºm7	Vº7	Iºmaj7
C maj7	C7	Fmaj7	Bb maj7	G m	G 7	C maj7

En este ejemplo hemos modulado al convertir el primer grado de la tonalidad original en la dominante del nuevo centro tonal alterando el intervalo de séptima. Regresamos después al tono original al alterar el intervalo de tercera del segundo grado de la tonalidad pasajera convirtiéndolo en el acorde dominante de la tonalidad original.

La cercanía-lejanía de todas las tonalidades mayores y menores se rige por la lógica del círculo de quintas y cuartas. por cada nueva alteración diferencial avanzamos una posición en el círculo y menos similitudes encontramos para modular con suavidad.



Tomando como referencia Do mayor-La menor, la modulación a los demás círculos quedaría ordenada de la siguiente manera:

		Grado de la tonalidad original		
		mayor	menor	
	F#/D#m	**#IVº**/#IIºm	VIº/#**IVºm**	Modulación al **sexto** círculo de quintas ascendente
	B/G#m	**VIIº**/#Vºm	IIº/**VIIºm**	Modulación al **quinto** círculo de quintas ascendente
	E/C#m	**IIIº**/#Iºm	Vº/**IIIºm**	Modulación al **cuarto** círculo de quintas ascendente
	A/F#m	**VIº**/#IVºm	**Iº**/**VIºm**	Modulación al **tercer** círculo de quintas ascendente
	D/Bm	**IIº**/VIIºm	IVº/**IIºm**	Modulación al **segundo** círculo de quintas ascendente
	G/Em	**Vº**/IIIºm	bVIIº/**Vºm**	Modulación al **primer** círculo de quintas ascendente
	C/Am	**Iº**/VIºm	bIIIº/**Iºm**	**TONALIDAD ORIGINAL**
	F/Dm	**IVº**/IIºm	bVIº/**IVºm**	Modulación al **primer** círculo de quintas descendente
	Bb/Gm	**bVIIº**/Vºm	bIIº/**bVIIºm**	Modulación al **segundo** círculo de quintas descendente
	Eb/**Cm**	**bIIIº**/**Iºm**	bVº/**bIIIºm**	Modulación al **tercer** círculo de quintas descendente
	Ab/Fm	**bVIº**/IVºm	bIº/**bVIºm**	Modulación al **cuarto** círculo de quintas descendente
	Db/Bbm	**bIIº**/bVIIºm	bVº/**bIIºm**	Modulación al **quinto** círculo de quintas descendente
	Gb/Ebm	**bVº**/bIIIºm	bbVIIº/**bVºm**	Modulación al **sexto** círculo de quintas descendente

La modulación se mide por el número de posiciones que avanzamos en el círculo. Utilizamos el concepto de quinta ascendente o descendente para referirnos a la dirección hacia la que nos movemos. Como ya sabemos, el intervalo de quinta descendente se corresponde con la cuarta ascendente al ser quinta y cuarta intervalos complementarios.

Atendiendo a la **modulación de mayor a mayor o de menor a menor**, apreciamos con claridad que estos siguen el mismo patrón interválico. Los **grados hacia los que modulamos** se ordenan por distancia de quinta. [1]

Modulación **ascendente**						
Tonalidad original	Primer círculo	Segundo círculo	Tercer círculo	Cuarto círculo	Quinto círculo	Sexto círculo
Iº	**Vº**	**IIº**	**VIº**	**IIIº**	**VIIº**	**#IVº**
Iºm	**Vºm**	**IIºm**	**VIºm**	**IIIºm**	**VIIºm**	**#IVºm**

Modulación **descendente**						
Tonalidad original	Primer círculo	Segundo círculo	Tercer círculo	Cuarto círculo	Quinto círculo	Sexto círculo
Iº	**IVº**	**bVIIº**	**bIIIº**	**bVIº**	**bIIº**	**bVº**
Iºm	**IVºm**	**bVIIºm**	**bIIIºm**	**bVIºm**	**bIIºm**	**bVºm**

La lógica de este orden responde al mismo orden interválico obtenido al desarrollar la serie de quintas y cuartas.

Quintas justas

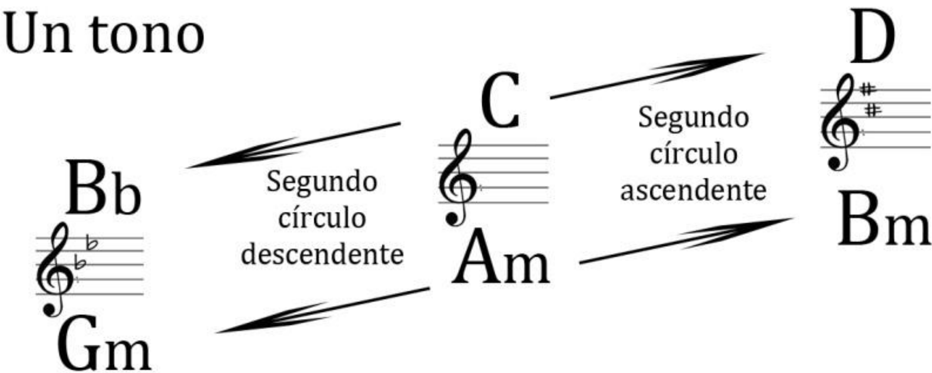
1	**5**	**2**	**6**	**3**	**7**	**#4**

Cuartas justas

1	**4**	**b7**	**b3**	**b6**	**b2**	**b5**

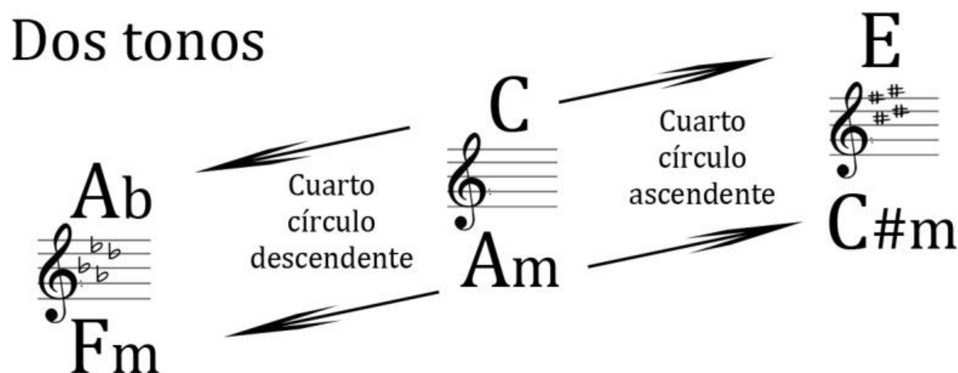
La **modulación al sexto círculo ascendente** y al **sexto círculo descendente** ofrece **resultados enarmónicos**. En el primer caso modulamos al cuarto grado aumentado y en el segundo al quinto disminuido, lo que viene siendo similar en el temperamento igual.

Subir **un tono** implica ascender al segundo círculo, bajar un tono descender al segundo círculo.

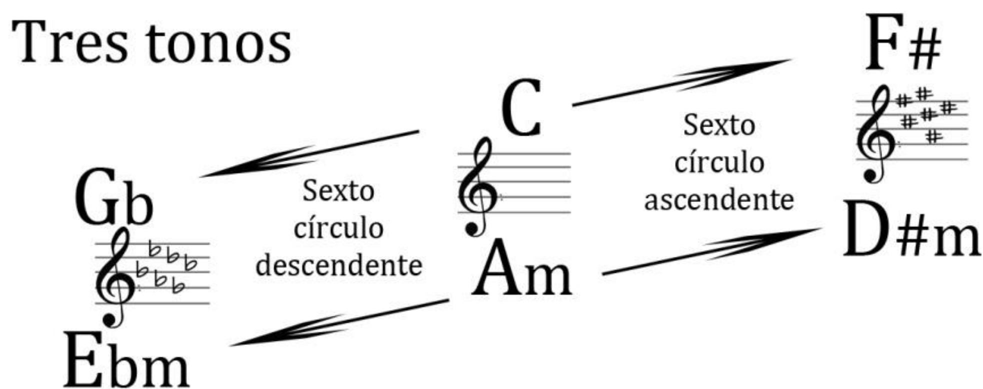


[1] Los procedimientos a continuación descritos son también válidos desde una perspectiva modal para cambiar de tono manteniendo un mismo modo (diatónico). Como veremos en el capítulo siguiente, los modos diatónicos se mueven de forma paralela en los diferentes círculos tonales, de manera que todo lo que vamos a exponer es válido también para por ejemplo, modular de Dórico a Dórico.

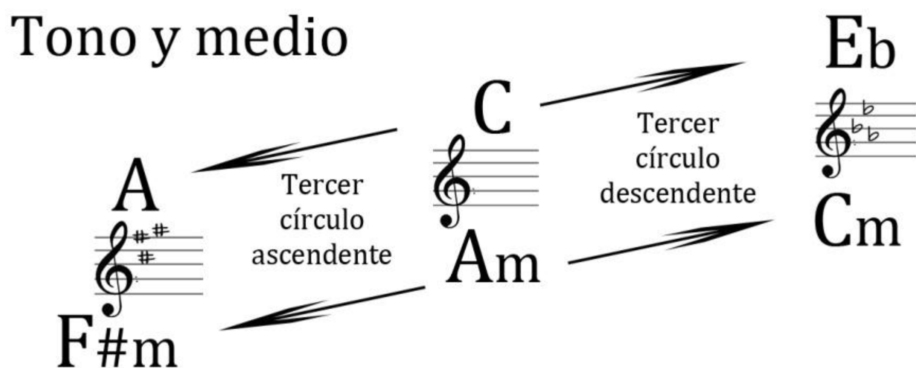
Subir/bajar **dos tonos** es igual que subir/bajar un tono dos veces, por lo tanto implica movimiento al cuarto círculo ascendente/descendente.



Subir/bajar **tres tonos** es igual que subir/bajar un tono tres veces. Alcanzamos en ambos casos el **sexto círculo ascendente/descendente**, que como hemos mencionado anteriormente ofrece resultados enarmónicos.

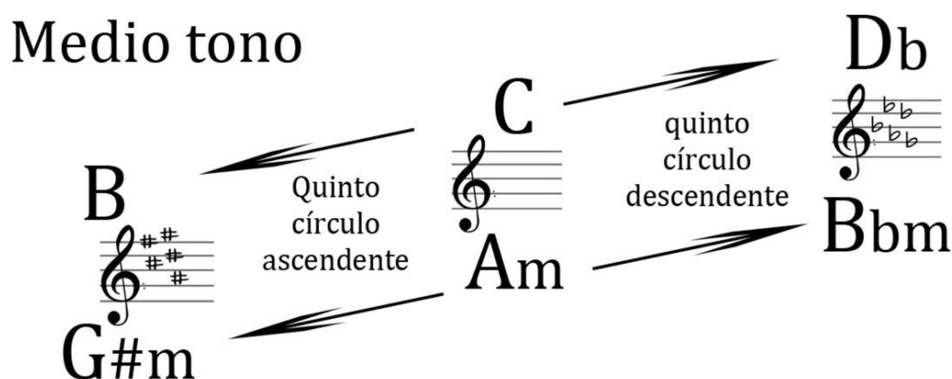


Subir **un tono y medio** implica descender al **tercer círculo**, bajar un tono y medio ascender al tercer círculo.

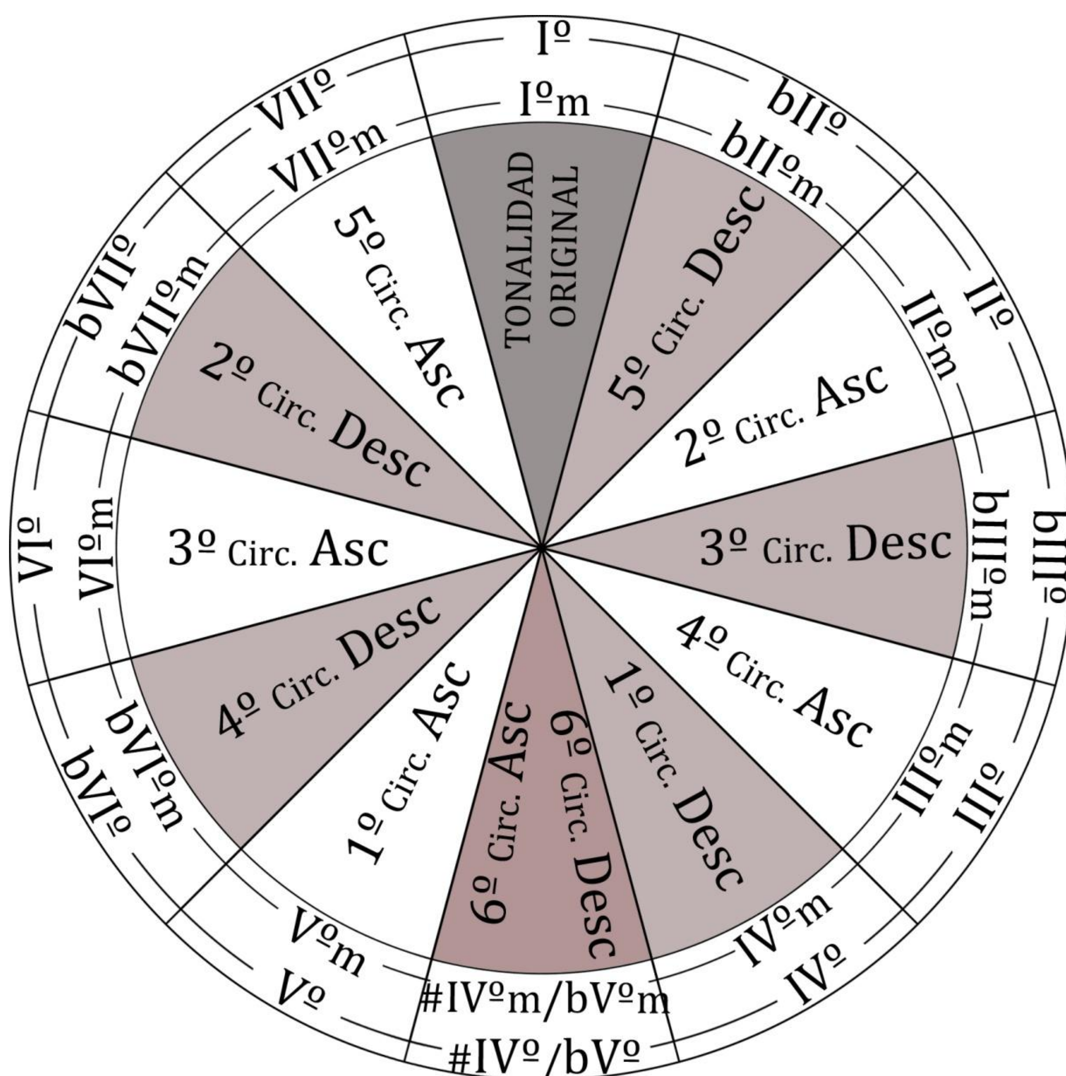


Subir/bajar un tono y medio dos veces nos conduce nuevamente al sexto círculo.

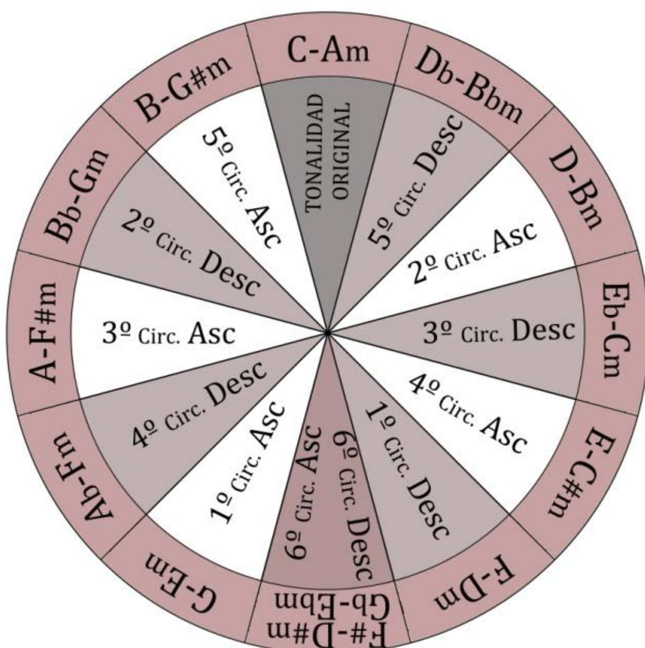
Subir **medio tono** implica descender al **quinto círculo**, bajar medio tono ascender al quinto círculo.

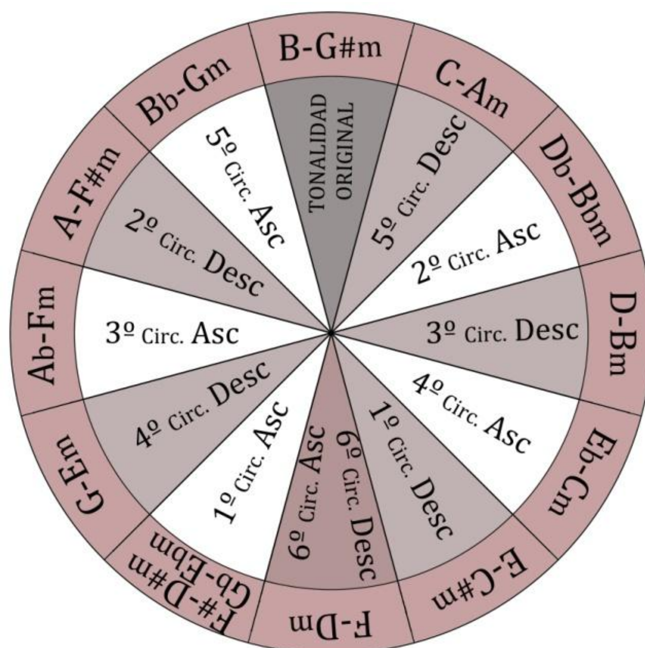


Ordenando cromáticamente los círculos ascendentes y descendentes obtenemos el siguiente resultado:



Hemos tomado como tonalidad original en los ejemplos Do mayor/La menor, pero atendiendo a la lógica del temperamento igual, los grados evolucionan de manera similar para cualquier otra tonalidad.



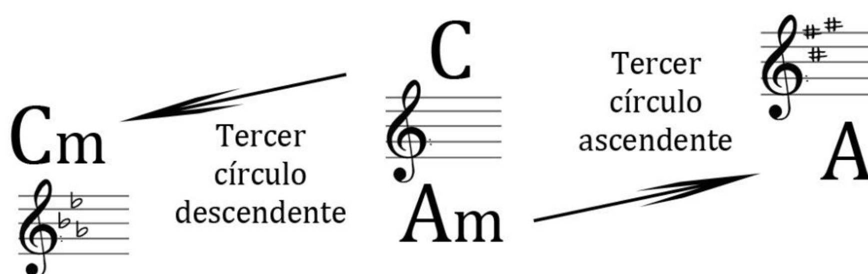


Sin embargo, habrá que tener en cuenta que es necesario **recurrir a la enarmonía para evitar tonalidades con más de seis alteraciones**. Tomando como centro tonal Si mayor, por ejemplo (con cinco sostenidos en su armadura), una subida de dos tonos supone un desplazamiento al cuarto círculo ascendente de quintas, lo que implicaría sumarle cuatro sostenidos más. La tonalidad de Re sostenido mayor contaría con nueve sostenidos en la armadura, por lo que es más lógico utilizar su tonalidad enarmónica (Mi bemol mayor) que utiliza simplemente tres bemoles.

4.10- CAMBIO DE MODO

Cuando la modulación se produce hacia el homónimo menor/mayor (por ejemplo, de Do mayor a Do menor), el centro tonal continúa siendo el mismo, por lo tanto no se produce verdaderamente un cambio de tono. En este caso hablamos de cambio de modo.

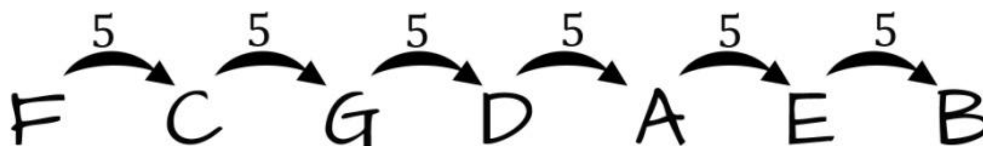
La modulación al homónimo menor supone un movimiento al tercer circulo descendente, la modulación al homónimo mayor un movimiento al tercer círculo ascendente.



En ambos casos se produce una alteración de tres notas, pero aun así existen muchas conexiones en común, por lo que no se consideran modulaciones lejanas. Ambas tonalidades (mayor y menor) comparten la misma tetrada de dominante, y como veremos en el próximo capítulo, sus acordes de subdominante son intercambiables.

Hasta el momento hemos analizado el fenómeno de la modulación desde una perspectiva tonal, pero en este capítulo vamos a estudiar cómo están organizados los modos griegos del complejo diatónico en los diferentes círculos para poder hacer manejo de los mismos desde una perspectiva tanto tonal como modal.

Como ya sabemos, la escala diatónica se genera a partir de las cinco primeras notas en un círculo de quintas.



Al distribuir los siete modos diatónicos según el orden por el que aparecen estas siete notas obtenemos este resultado:

F	C	G	D	A	E	B
Lidio	**Jónico**	**Mixolidio**	**Dórico**	**Eólico**	**Frigio**	**Locrio**

Si atendemos a las alteraciones que diferencian a los siete modos tomando como raíz una misma nota apreciamos claramente que este orden queda secuenciado **por círculos de quintas descendentes**.

Lidio	Jónico	Mixolidio	Dórico	Eólico	Frigio	Locrio
Cmaj7(#11)	Cmaj7	C7	Cm7,6	Cm7	Cm7(b9)	CØ

Para facilitar el manejo que esta información nos va a proporcionar, vamos a invertir el orden de los modos. Así quedarán colocados **por círculos de quintas ascendentes** de izquierda a derecha.

Locrio	Frigio	Eólico	Dórico	Mixolidio	Jónico	Lidio
CØ	Cm7(b9)	Cm7	Cm7,6	C7	Cmaj7	Cmaj7(#11)
5b	**4b**	**3b**	**2b**	**1b**		**1#**

Desde una perspectiva tonal, cuando hablamos de cambio de modo nos referimos a un cambio entre los modos Jónico y Eólico manteniendo un mismo centro tonal (siendo el Jónico el característico de la tonalidad mayor y el Eólico el de la tonalidad menor). Pero si aceptamos que es posible utilizar cualquiera de los otros modos como centro tonal, el cambio de modo puede producirse también hacia los otros cinco modos.

Podemos por ejemplo modular desde un Do Jónico hacia un Do Mixolidio desplazándonos al primer círculo de quintas descendente. O desde un Do Eólico a un Do Dórico con un movimiento al primer círculo de quintas ascendente.

Los modos Jónico y Eólico son relativos. También lo son Lidio-Dórico y Mixolidio-Frigio. [1] En los tres casos las modulaciones a homónimos-relativos quedan separados por un tercer círculo de quintas ascendentes (de menor a mayor) o descendentes (de mayor a menor):

Tercer círculo de quintas ascendente → / ← Tercer círculo de quintas descendente	
Frigio	**Mixolidio**
Eólico	**Jónico**
Dórico	**Lidio**

[1] Capítulo 4.2

Como podemos apreciar en el siguiente cuadro, cada uno de los doce sonidos del temperamento igual adquiere un determinado rol modal en siete círculos tonales distintos, quedando exento en los otros cinco círculos donde no aparece (entendiendo las tonalidades enarmónicas como similares).

	5b	**4b**	**3b**	**2b**	**1b**		**1#**	**2#**	**3#**	**4#**	**5#**	**6#/6b**
Gb/F#	Lid						Loc	Frig	Eol	Dor	Mix	Jon
Db/C#	Jon	Lid						Loc	Frig	Eol	Dor	Mix
Ab/G#	Mix	Jon	Lid						Loc	Frig	Eol	Dor
Eb/D#	Dor	Mix	Jon	Lid						Loc	Frig	Eol
Bb/A#	Eol	Dor	Mix	Jon	Lid						Loc	Frig
F/E#	Frig	Eol	Dor	Mix	Jon	Lid						Loc
C	Loc	Frig	Eol	Dor	Mix	Jon	Lid					
G		Loc	Frig	Eol	Dor	Mix	Jon	Lid				
D			Loc	Frig	Eol	Dor	Mix	Jon	Lid			
A				Loc	Frig	Eol	Dor	Mix	Jon	Lid		
E					Loc	Frig	Eol	Dor	Mix	Jon	Lid	
Cb/**B**						Loc	Frig	Eol	Dor	Mix	Jon	Lid

Esta información es útil desde diferentes puntos de vista:

1. En el cuadro se aprecia también muy claramente como los modos se mueven de forma paralela en los diferentes círculos tonales. Esto explica porqué (*como vimos en el capítulo anterior*) los cambios de tono de tonalidad mayor-mayor o menor-menor siguen un mismo patrón. Desde una perspectiva modal también un cambio de tono de Dórico a Dórico (por ejemplo) seguiría el mismo patrón.

2. El cuadro visualiza las posibilidades para realizar un cambio modal diatónico según cada sonido del temperamento igual.

3. Además, para los cinco círculos tonales en los que una nota no aparece, podemos saber cuál es el modo propio de su alteración *(ascendente o descendente según la dirección que tomemos)*. Ya que el orden de los modos se vuelve a repetir.

Ejemplo:

									G# Loc	G# Frig
		G Loc	**G Frig**	**G Eol**	**G Dor**	**G Mix**	**G Jon**	**G Lid**		
Gb Jon	Gb Lid									

Esto nos permite saber que si desde *(por ejemplo*) un Sol Jónico (con un sostenido en la armadura) nos desplazamos al tercer círculo de quintas ascendente (tres sostenidos en la armadura), Sol Sostenido funcionará como modo Frigio.

4. Desde un punto de vista tonal, si asociamos los grados y las funciones tonales características de cada modo diatónico, esta información es útil también para su manejo cuando queramos modular.

	Loc	**Frig**	**Eol**	**Dor**	**Mix**	**Jon**	**Lid**
Tonalidad mayor	VIIºØ Dom	IIIºm	VIºm Relativo	IIºm Sub	Vº DOM	Iº TÓN	IVº SUB
Tonalidad menor	IIºØ Sub	**Frig Mayor** Vº DOM	Iºm TÓN	IVºm SUB	bVIIº sub	bIIIº Relativo	bVIº

En el presente capítulo hemos estudiado cómo se ordenan los modos diatónicos en los diferentes círculos tonales para comprender la lógica de los cambios modales entre homónimos mayores y menores, así como la posibilidad de realizar cambios modales entre los diferentes modos griegos manteniendo un mismo centro tonal.

Desde una perspectiva modal, los modos de los complejos armónico y melódico, así como los de otros complejos que estudiaremos en próximos capítulos, también pueden ser utilizados para realizar un cambio modal sobre un mismo centro tonal.

4.11- INTERCAMBIO MODAL

La técnica del intercambio modal permite tomar prestados acordes propios de un modo paralelo sin que llegue a consolidarse plenamente el cambio modal, ya que inmediatamente vamos a regresar al modo original.

Es un procedimiento similar al que empleamos en la tonalidad menor al combinar los grados propios del modo Eólico con los grados de la escala Armónica Menor y la Melódica Menor. [1] *(Desde una perspectiva rigurosa, en armonía clásica y moderna no es aceptable definir este caso como modelo de intercambio modal, pero verdaderamente el intercambio entre modos se produce y el funcionamiento es prácticamente el mismo.)*

En algunos manuales encontramos incluso distinción entre los términos *"intercambio modal"* e *"intercambio de modo",* ya que prácticamente casi solo aplican el primer término para incluir los acordes del área de subdominante menor en la tonalidad mayor.

Area de subdominante menor:

La fundamental y sobretodo la tercera menor en el cuarto grado son las notas características. (4 y b6 del primer grado)

IVºm7 IIºØ bVIºmaj7 bVIIº 7

Estos acordes se toman prestados del modo Eólico paralelo en la tonalidad mayor para ser utilizados de manera transitoria.

Tonalidad Mayor (Jónico)	Iºmaj7	IIºm	IIIºm	IVºmaj7	Vº7	VIº	VIIºØ
	Cmaj7	Dm	Em	Fmaj7	G7	Am	BØ
Eólico	Iºm	**IIºØ**	bIIIº	**IVºm7**	Vºm	**bVIºmaj7**	**bVIIº7**
	Cm	**DØ**	Eb	**Fm7**	Gm	**Abmaj7**	**Bb7**
Frigio	Iºm	**bIIºmaj7**					
	Cm	**Dbmaj7**					

Ateniendo a las dos notas características que definen a los acordes del área de subdominante menor (*4 y b6 del primer grado),* podemos añadir también el acorde **bIIº maj7**, procedente del modo frigio.

bIIºmaj7

[1] Capítulo 4.8

A través del intercambio modal introducimos y hacemos uso del área de subdominante menor en la tonalidad mayor:

TÓNICA	SUBDOMINANTE MENOR
Iº maj7 (Jon) Cmaj7	**IVºm7** (Dor) F m7
Iº maj7 (Jon) Cmaj7	**IIºØ** (Loc) DØ
Iº maj7 (Jon) Cmaj7	**bVIºmaj7** (Lid) Ab maj7
Iº maj7 (Jon) Cmaj7	**bVIIº7** (Mix) Bb 7
Iº maj7 (Jon) Cmaj7	**bIIºmaj7** (Lid) Db maj7

Continuando con las funciones tonales pero desde una perspectiva modal más amplia, si asumimos que realizando intercambios podemos hacer uso de acordes propios de modos paralelos, las posibilidades aumentan al contar también con los modos de los complejos Armónica Menor y Melódica Menor. Los acordes incluso ofrecen la posibilidad de ser utilizados con escalas diferentes (incluidos los modos diatónicos también).

Al margen de las funciones tonales son posibles muchas otras combinaciones. Si añadimos también escalas extraídas de otros complejos heptatónicos y escalas simétricas las posibilidades se multiplican aun más. El intercambio de modos ofrece un gran potencial para la exploración de sonoridades.

4.12- DOMINANTES SECUNDARIOS Y SUSTITUTO DE TRITONO

Se denominan **DOMINANTES SECUNDARIOS** a los acordes de dominante que cumplen la función de quinto grado (Vº7) para cualquier grado diatónico que no sea la tónica *(ni el semidisminuido).* Se utilizan para generar y resolver tensiones sin abandonar la tonalidad original, ya que estos acordes llaman a la modulación pero esta no llega a producirse plenamente. Se considera una forma de *"modulación intratotal"*, puesto que la resolución se genera sobre algún grado propio de la tonalidad original.

En la tonalidad mayor existen por lo tanto cinco dominantes secundarios, que pueden resolver sobre el segundo grado (V/II), tercer grado (V/III), cuarto grado (V/IV), quinto grado (V/V) o el sexto grado (V/VI).

	Vº/IIºm	**Vº/IIIºm**	**Vº/IVº**	**Vº/Vº**	**Vº/VIºm**	
	A7	B7	C7	D7	E7	
Iºmaj7	**IIºm7**	**IIIºm7**	**IVºmaj7**	**Vº7**	**VIºm7**	**VIIºØ**
Cmaj7	Dm7	Em7	Fmaj7	G7	Am7	BØ

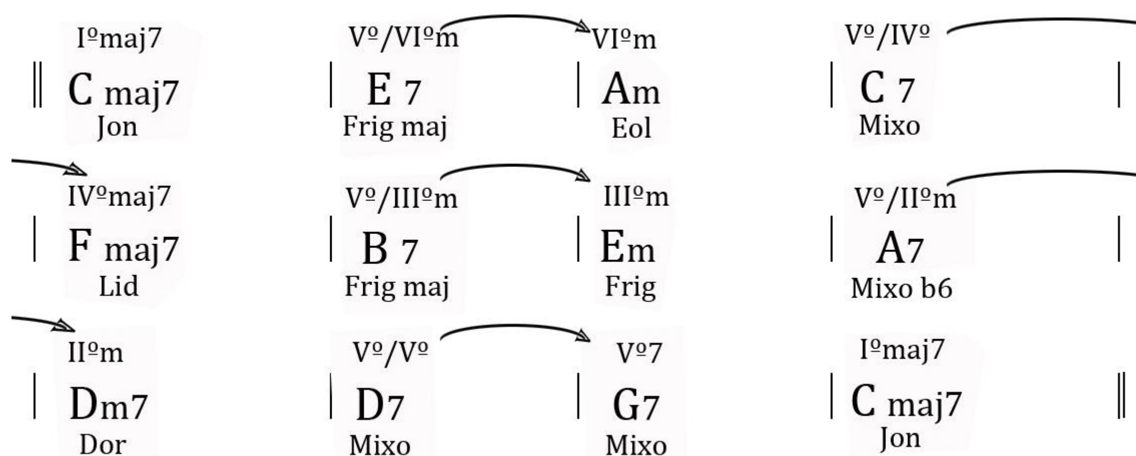
Las escalas más lógicas que podemos utilizar en estos acordes son aquellas que obtenemos alterando únicamente las notas estrictamente necesarias para transformar el quinto grado en un acorde de dominante (aunque por intercambio es aceptable utilizar también otras opciones).

IIºm7	**Vº/IIºm**		**Iºm7**	**Vºm**
Dor Dm7	**Mixo b6 (Eol maj)** A7 1 2 **3** 4 5 b6 b7		**Dor** Dm7	**Eol** Am7 1 2 **b3** 4 5 b6 b7
IIIºm7	**Vº/IIIºm**		**Iºm7**	**VºØ**
Frig Em7	**Frig maj** B7 1 b2 **3** 4 **5** b6 b7		**Frig** Em7	**Loc** BØ 1 b2 **b3** 4 **b5** b6 b7
IVºmaj7	**Vº/IVº**		**Iºmaj7**	**Vºmaj7**
Lid Fmaj7	**Mixo** C7 1 2 3 4 5 6 **b7**		**Lid** Fmaj7	**Jon** Cmaj7 1 2 3 4 5 6 **7**
Vº7	**Vº/Vº**		**Iº 7**	**Vºm7**
Mixo G7	**Mixo** D7 1 2 **3** 4 5 6 b7		**Mixo** G7	**Dor** Dm7 1 2 **b3** 4 5 6 b7
VIºm7	**Vº/VIºm**		**Iº m7**	**Vºm7**
Eol Am7	**Frig maj** E7 1 b2 **3** 4 5 b6 b7		**Eol** Am7	**Frig** Em7 1 b2 **b3** 4 5 b6 b7

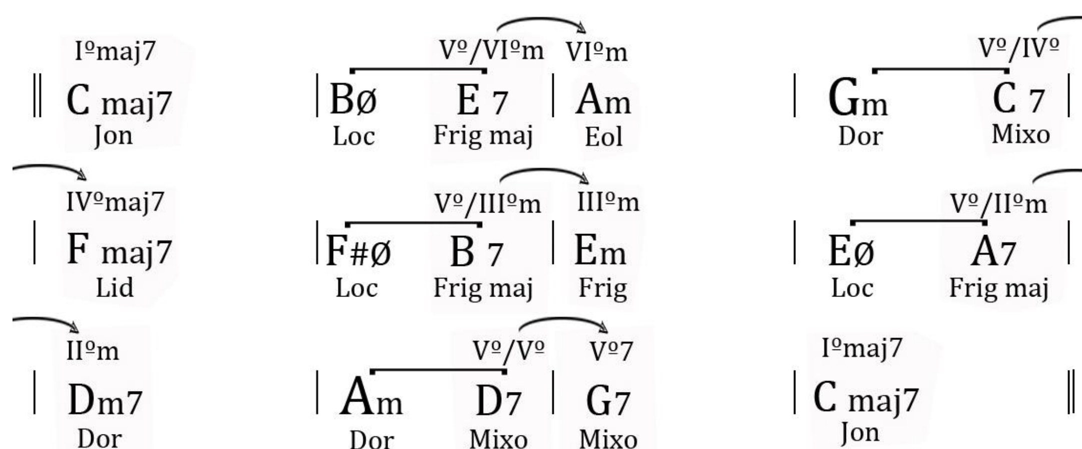
Para los dominantes que resuelven sobre grados mayores (Vº/IVº y Vº/Vº) obtenemos en ambos casos la escala Mixolidia. Para los dominantes Vº/VIºm y Vº/IIIºm obtenemos la escala Frigia Mayor (en el caso del Vº/IIIºm es necesario alterar dos notas). Para el dominante del

segundo grado (Vº/IIºm) obtenemos la escala Mixolidia b6 *(que se corresponde con el quinto grado de la Melódica Menor).*

Los dominantes secundarios anteceden a los acordes sobre los que resuelven su tensión. Amplían y enriquecen las posibilidades combinatorias al tiempo que permiten utilizar pasajeramente notas que no pertenecen a la tonalidad original.



También existe la posibilidad de realizar una cadencia II-V-I completa anteponiendo al dominante secundario el segundo grado relativo del acorde sobre el que resolvemos. De esta manera realizamos una cadencia SUBDOMINANTE-DOMINANTE-TÓNICA que resuelve sobre algún grado de la tonalidad original. Lo habitual es realizar la progresión IIºm-Vº7-Iº para la resolución sobre acordes mayores y IIºØ-Vº7(b9)-Iºm para la resolución sobre los acordes menores, (aunque por intercambio es posible hacerlo también al revés o emplear otras opciones) . [1]



Varios dominantes secundarios pueden ser encadenados para construir una progresión que modula pasajeramente sobre otras tonalidades.



[1] En este caso vamos a emplear para el Vº/IIº el modo Frigio Mayor en lugar del Mixolidio b6. Por intercambio ambas opciones son válidas tanto para este ejemplo como para el anterior.

El mismo procedimiento con progresiones II-V encadenadas es también un recurso habitual.

Iºmaj7 — Vº/IIº — IIºm — Vº — Iºmaj7

‖ C maj7 Fm | B7 Em | A7 Dm | G7 C maj7 ‖

<u>SUSTITUTO DE TRITONO</u>

Un acorde de dominante puede ser sustituido por otro similar cuya fundamental se encuentre a una distancia de quinta disminuida ascendente con respecto a la fundamental del acorde al que sustituye. Existe entre ambos acordes una vinculación ya que comparten *(por enarmonía)* los sonidos correspondientes al tritono que se genera entre la tercera mayor y la séptima menor. En el **dominante sustituto** la tercera mayor del acorde original se convierte en séptima menor y la séptima menor se transforma en tercera mayor.

Vº7 G7 — Sub Vº7 Db7

b7, 3 — b7, 3

	1	**3**	5	**b7**
Vº7 G7	G	**B**	D	**F**
SubVº7 Db7	Db	**F**	Ab	**Cb**

La tendencia resolutiva del dominante sustituto es por lo tanto hacia la triada (mayor o menor) cuya fundamental se encuentra a medio tono descendente con respecto a la raíz del acorde sustituto.

Sub Vº → Iºmaj7: Db7 Cmaj7

Sub Vº → Iºm: Db7 C m

Esta vinculación amplía los caminos resolutivos de un acorde de dominante, ya que le va a permitir *(además de su papel como quinto grado para la tonalidad mayor o menor)* la posibilidad de reposar sobre las tonalidades que se encuentran a una distancia de tritono.

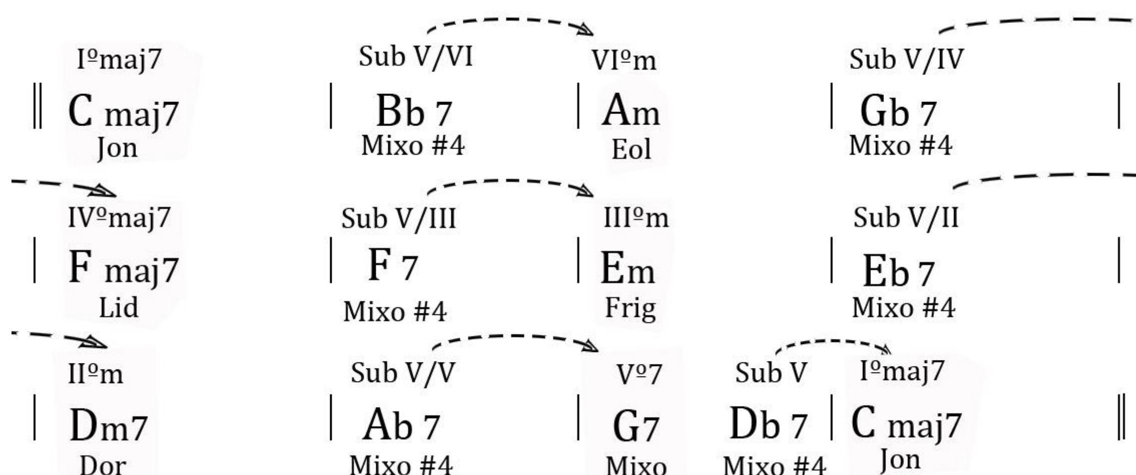
G7: Vº7 → Iºmaj7 Cmaj7; Iºm C m; Sub Vº → Iºmaj7 F#maj7; Iºm F# m

Db7: Vº7 → Iºmaj7 Gbmaj7; Iºm Gb m; Sub Vº → Iºmaj7 Cmaj7; Iºm C m

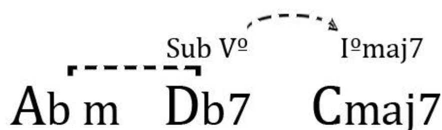
También los dominantes secundarios pueden ser sustituidos por un dominante sustituto. En la tonalidad mayor, las posibilidades de utilizar dominantes sustitutos son las siguientes:

SubV	**SubV/II**	**SubV/III**	**SubV/IV**	**SubV/V**	**SubV/VI**
Db7	Eb7	F7	Gb7	Ab7	Bb7
Vº7	**Vº/IIºm**	**Vº/IIIºm**	**Vº/IVº**	**Vº/Vº**	**Vº/VIºm**
G7	A7	B7	C7	D7	E7

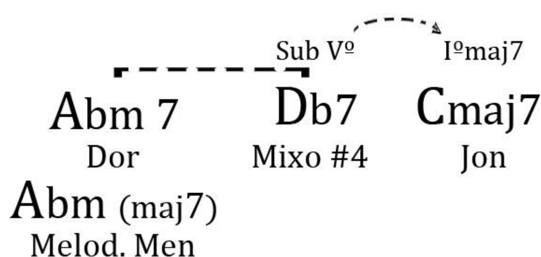
En cuanto a las escalas que podemos emplear en un dominante sustituto, es muy frecuente la utilización del modo **Mixolidio #4** (complejo Mel. Menor), aunque es posible utilizar también otras opciones.



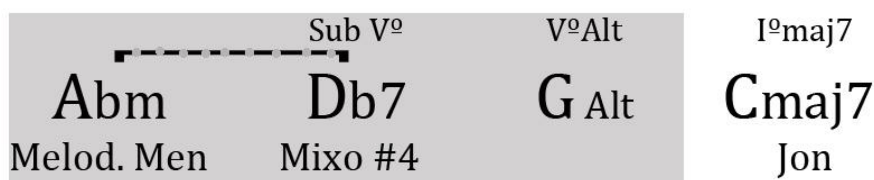
Al igual que con los dominantes secundarios, podemos anticipar al dominante sustituto el segundo grado relativo para realizar la progresión SUBDOMINANTE-DOMINANTE-TÓNICA. En este caso lo habitual es utilizar siempre el segundo menor y no el semidisminuido, indiferentemente de que el acorde objetivo sea mayor o menor.



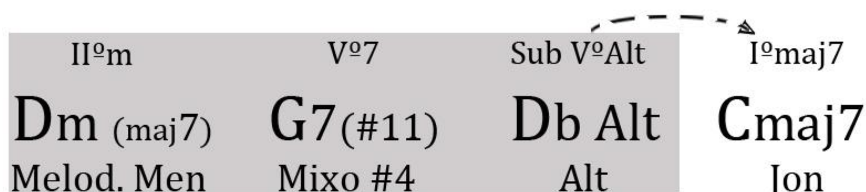
Para el segundo relativo podemos emplear el modo Dórico *(que es el modo habitual para un segundo grado en la tonalidad mayor)*. Pero al emplear el Mixolidio #4 para el dominante sustituto, la Melódica Menor es una opción a tener en cuenta *(siempre que no se especifique la séptima menor en el acorde)*.



La Melódica Menor se sitúa de manera natural como segundo relativo si utilizamos el Mixolidio #4 para el dominante sustituto, de manera que empleamos los mismos siete sonidos en toda la sección. También podemos incluir como quinto grado de la tonalidad en la progresión un acorde alterado cumpliendo con el papel de dominante. Ampliamos así con la escala Alterada la sección utilizando los mismos siete sonidos, ya que el modo Alterado (o Superlocrio) se encuentra a distancia de tritono con respecto al Mixolidio #4.

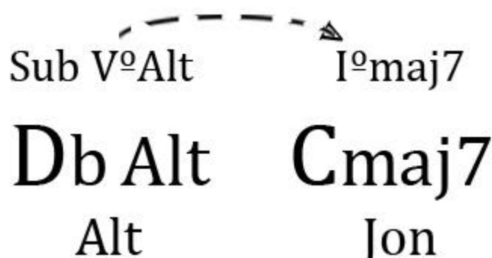


La relación de tritono entre el Mixolidio #4 y el Superlocrio permite intercambiar los roles de estos acordes, de manera que podemos utilizar el acorde alterado como dominante sustituto, el modo Mixolidio #4 como dominante, e incluso podemos sustituir el Dórico del segundo grado de la tonalidad por una Melódica Menor.



De hecho, la escala Alterada es una opción bastante interesante para ser empleada en un dominante sustituto, ya que (por enarmonía) comparte todos sus sonidos con la escala mayor excepto la fundamental. Como vimos en el **capítulo 4.7** el modo Superlocrio es equivalente a un Jónico con la tónica aumentada.

Superlocrio (Jon #1)	**#1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
	C#	D	E	F	G	A	B
Jónico	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
	C	D	E	F	G	A	B



La **escala Alterada** utiliza sonidos enarmónicos para poder encajar el Superlocrio en una estructura armónica con tercera mayor, quinta disminuida, quinta aumentada, séptima menor, novena menor y novena aumentada.

Db Superlocrio	**1**	**b2**	**b3**	**b4**	**b5**	**b6**	**b7**
	Db	Ebb	Fb	Gbb	Abb	Bbb	Cb
Db Alt	**1**	**b2**	**#2**	**3**	**b5**	**#5**	**b7**
	Db	Ebb	E	F	Abb	A	Cb

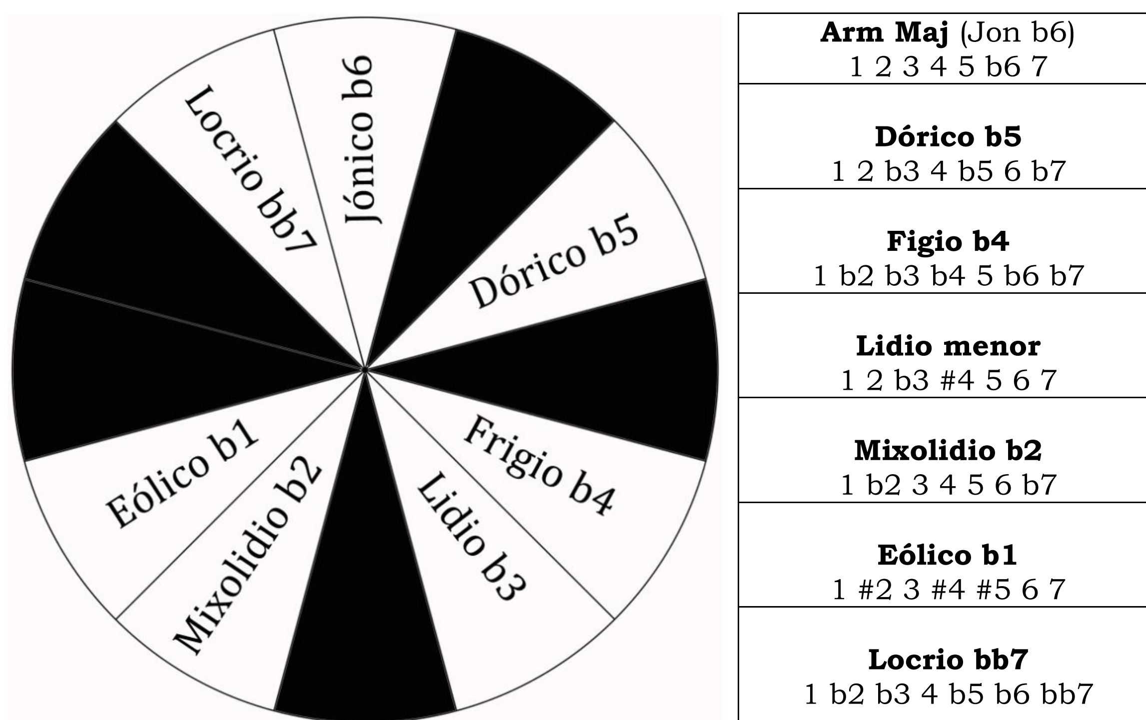
4.13- COMPLEJO ARMÓNICA MAYOR

La escala **Armónica Mayor** es similar a la Armónica Menor, pero se diferencia por su intervalo de tercera mayor. Se corresponde también con un **Jónico b6**

Armónica Menor
1 2 **b3** 4 5 b6 7

Armónica Mayor (Jon b6)
1 2 **3** 4 5 b6 7

La escala **Armónica Mayor** nos conduce a un cuarto complejo heptatónico con siete nuevas escalas modales.



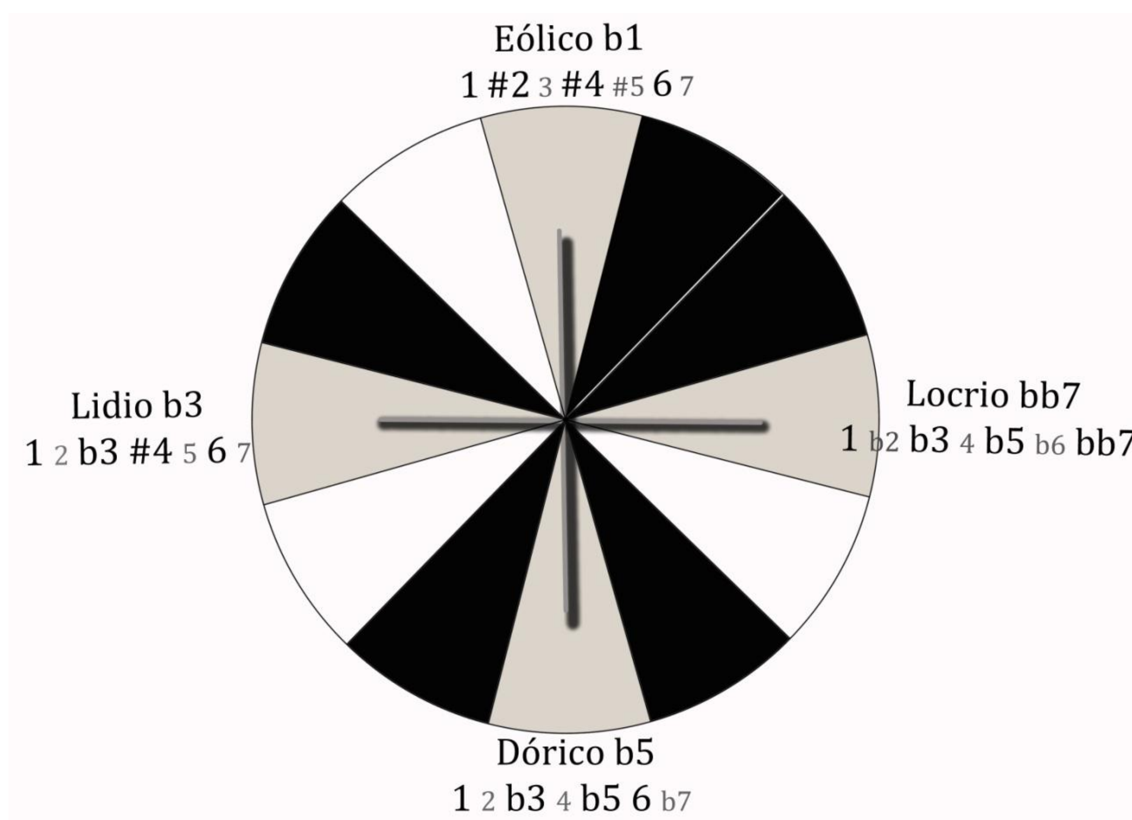
Arm Maj (Jon b6) 1 2 3 4 5 b6 7
Dórico b5 1 2 b3 4 b5 6 b7
Figio b4 1 b2 b3 b4 5 b6 b7
Lidio menor 1 2 b3 #4 5 6 7
Mixolidio b2 1 b2 3 4 5 6 b7
Eólico b1 1 #2 3 #4 #5 6 7
Locrio bb7 1 b2 b3 4 b5 b6 bb7

Desde un punto de vista funcional, el modo **Jónico b6** facilita la inclusión del área de subdominante menor en la tonalidad mayor a través de su cuarto y segundo grado. Así mismo posibilita la utilización de un acorde de dominante más propio de la tonalidad menor como es el Vº7 (b9) sobre la tonalidad mayor.

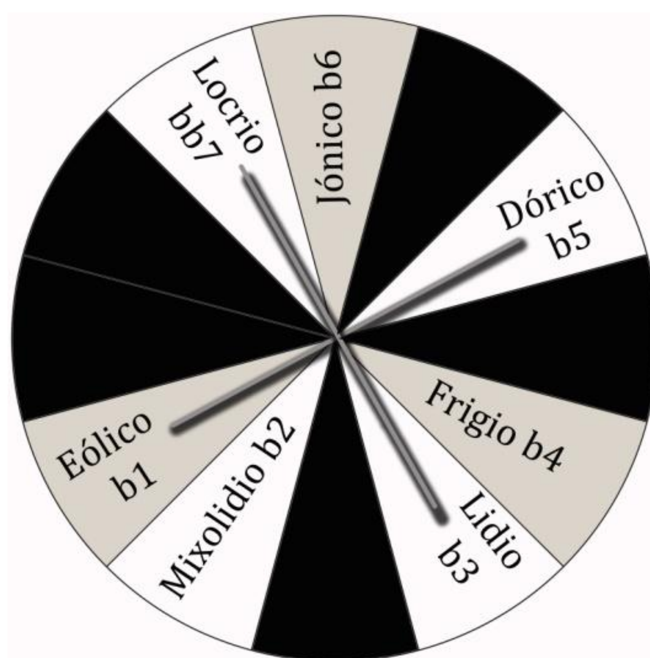
Iº maj7	IVº m (maj7)	IIºø	Vº7 (b9)
Jon b6	Lid menor	Dor b5	Mixo b2

Otra aplicación funcional para los modos de este complejo es su utilización en los **acordes disminuidos**. Al igual que sucede en el complejo Armónica Menor se genera una tetrada disminuida entre los intervalos de estas siete nuevas escalas. Los cuatro modos en los que este acorde es desplegable desde la raíz pueden ser empleados de manera paralela a los cuatro modos procedentes de la Armónica Menor. Únicamente en el Locrio bb7 aparece la tetrada

disminuida como principal acorde asociado, en los otros tres modos encajamos este acorde por enarmonía. [1]



La tetrada disminuida y también la aparición de una triada aumentada son características que definen la naturaleza del complejo Armónica Mayor.



[1] El próximo capítulo está destinado a la funcionalidad de los acordes disminuidos. Se explica cómo se insertan estos cuatro modos y los cuatro modos paralelos de la Armónica Menor en estos acodes.

ARMÓNICA MAYOR (Jon b6)						
Iºmaj7	IIº Ø	IIIºm7	IVºm(maj7)	Vº7(b9)	bVIº#5(maj7)	VIIºo
Arm Maj	Dor b5	Frig b4	Lid b3	Mixo b2	Eol b1	Loc dim7

DÓRICO b5						
Iº Ø	IIºm7	bIIIºm(maj7)	IVº7(b9)	bVº#5(maj7)	VIºo	bVIIºmaj7
Dor b5	Frig b4	Lid b3	Mixo b2	Eol b1	Loc dim7	Jon b6

FRIGIO b4						
Iºm7	bIIºm(maj7)	bIIIº7(b9)	bIVº#5(maj7)	Vºo	bVIºmaj7	bVIIºØ
Frig b4	Lid b3	Mixo b2	Eol b1	Loc dim7	Jon b6	Dor b5

LIDIO MENOR						
Iºm(maj7)	IIº7(b9)	bIIIº#5(maj7)	#IVºo	Vºmaj7	VIºØ	VIIºm7
Lid b3	Mixo b2	Eol b1	Loc dim7	Jon b6	Dor b5	Frig b4

MIXOLIDIO b2						
Iº7(b9)	bIIº#5(maj7)	IIIºo	IVºmaj7	VºØ	VIºm7	bVIIºm(maj7)
Mixo b2	Eol b1	Loc dim7	Jon b6	Dor b5	Frig b4	Lid b3

EÓLICO b1						
Iº#5(maj7)	#IIºo	IIIºmaj7	#IVºØ	#Vºm7	VIºm(maj7)	VIIº7(b9)
Eol b1	Loc dim7	Jon b6	Dor b5	Frig b4	Lid b3	Mixo b2

LOCRIO bb7						
Iºo	bIIºmaj7	bIIIºØ	IVºm7	bVºm(maj7	bVIº7(b9)	bbVIIº#5(maj7)
Loc dim7	Jon b6	Dor b5	Frig b4	Lid b3	Mixo b2	Eol b1

Modos del complejo Armónica Mayor en todos los tonos

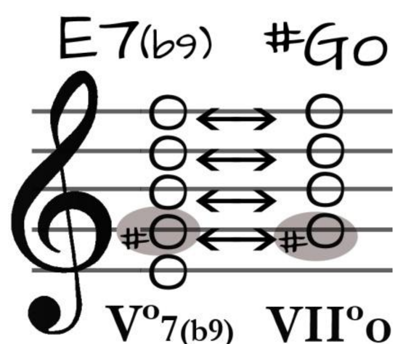
Jon b6	Dor b5	Frig b4	Lid b3	Mixo b2	Eol b1	Loc bb7
F#	G#	A#	B	C#	D	E##
B	C#	D#	E	F#	G	A#
E	F#	G#	A	B	D	D#
A	B	C#	D	E	F	G#
D	E	F#	G	A	Bb	C#
G	A	B	C	D	Eb	F#
C	D	E	F	G	Ab	B
F	G	A	Bb	C	Db	E
Bb	C	D	Eb	F	Gb	A
Eb	F	G	Ab	Bb	Cb	D
Ab	Bb	C	Db	Eb	Fb	G
Db	Eb	F	Gb	Ab	Bbb	C
Gb	Ab	Bb	Cb	Db	Ebb	F

4.14- DISMINUIDOS

En el estudio de las funciones tonales en la tonalidad menor vimos como el **acorde disminuido** aparece con función de dominante en el séptimo grado de la Armónica Menor pudiendo sustituir al acorde Vº7 (b9) correspondiente al modo Frigio mayor.

ARMÓNICA MENOR						
Iºm(maj7)				**Vº 7 (b9)**		**VIIºo**
Arm menor				**Frig Maj**		**Loc b4 dim7**

Las cuatro notas de esta tetrada disminuida aparecen también en el acorde Vº7(b9), por ese motivo su función tonal es la misma.



Vº7(b9)				
E7(b9)				
E	**G#**	**B**	**D**	**F**
1	3	**5**	b7	**b9**
	1	**b3**	**b5**	**bb7**
	Tetrada disminuida			

El acorde disminuido se utiliza de manera habitual en la tonalidad mayor intercalado entre acordes con un movimiento cromático del bajo. Lo más frecuente es que el movimiento se efectúe en sentido ascendente. En estos casos para el cifrado de los grados disminuidos empleamos alteración ascendente (sostenido).

Iºmaj7	#Iºo	IIºm7	#IIºo	IIIºm7
Cmaj7	C#o	Dm7	D#o	Em7
IVºmaj7	#IVºo	Vº7	#Vºo	VIºm7
Fmaj7	F#o	G7	G#o	Am7

Estos disminuidos ascendentes de paso son **sustituibles por dominantes secundarios**, ya que se ubican en el séptimo grado relativo de los acordes sobre los que resuelven compartiendo notas con sus respectivos dominantes.

Iºmaj7	Vº/IIº	IIºm7	Vº/IIIº	IIIºm7
Cmaj7	A7(b9)	Dm7	B7(b9)	Em7
Jon	Frig maj	Dor	Frig maj	Frig
IVºmaj7	Vº/Vº	Vº7	Vº/VIº	VIºm7
Fmaj7	D7	G7	E7(b9)	Am7
Lid	Mixo	Mixo	Frig maj	Eol

Para el dominante secundario del quinto grado (V/V) empleamos habitualmente el modo Mixolidio, ya que la resolución en este caso se hace sobre un acorde mayor. Por esa razón es preferible utilizar un acorde semidisminuido para el grado #IVº en lugar de la tetrada disminuida, puesto que se corresponde de manera más acertada con el séptimo grado relativo de un acorde mayor *(aunque ambas opciones son aceptables)*.

Iºmaj7	#Iºo	IIºm7	#IIºo	IIIºm7
Cmaj7	C#o	Dm7	D#o	Em7
Jon	Loc b4 dim7	Dor	Loc b4 dim7	Frig
IVºmaj7	#IVºø	Vº7	#Vºo	VIºm7
Fmaj7	F#ø	G7	G#o	Am7
Lid	Loc	Mixo	Loc b4 dim7	Eol

También es frecuente resolver los disminuidos ascendentes sobre otros acordes invertidos sin que se pierda la línea cromática del bajo.

Iºmaj7	#Iºo	Vº/5	#IIºo	Iº/3
Cmaj7	C#o	G/D	D#o	C/E
IVºmaj7	#IVºo	Iº/5	#Vºo	IVº/3
Fmaj7	F#o	C/G	G#o	F/A

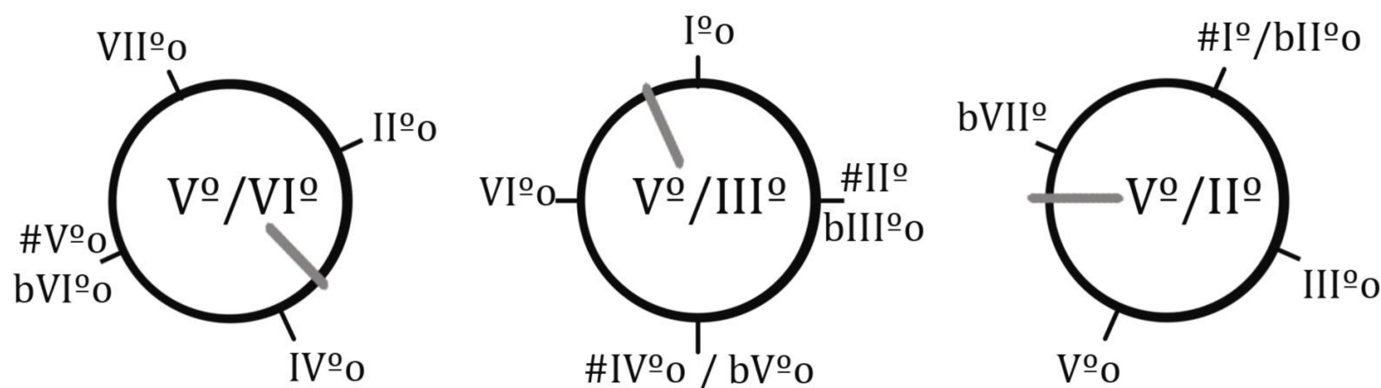
Cuando el movimiento cromático se realiza en sentido descendente utilizamos alteración descendente (bemol) para el cifrado de los grados disminuidos. El más común es el movimiento entre el tercer y segundo grado de la tonalidad mayor.

IIIºm	bIIIºo	IIºm	Vº7	Iºmaj7
Em	Eb o	Dm	G7	Cmaj7

El acorde disminuido se emplea también en ocasiones para generar tensión y resolver sobre un mismo grado. Sustituye brevemente al acorde que corresponde para volver de nuevo a él.

Iºmaj7	Iºo	Iºmaj7	Vº7	Vºo	Vº7
Cmaj7	C o	Cmaj7	G7	G o	G7

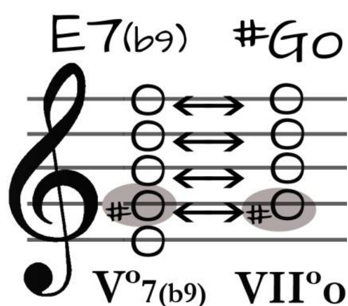
Es posible utilizar un acorde disminuido para cualquiera de los doce grados de la tonalidad, pero su interpretación funcional **parte de los tres dominantes secundarios** propios de los **tres acordes menores**. **(V/VI, V/II y V/III)**. Los doce grados disminuidos se reducen así a simplemente tres en cuatro estados diferentes de inversión.



Ya hemos visto cómo el acorde disminuido sustituye al dominante secundario en estos tres casos.

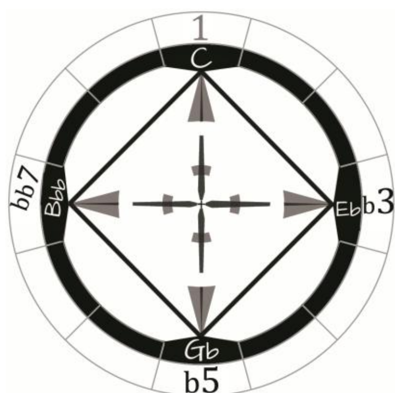
Iºmaj7	#Iºo	IIºm7	#IIºo	IIIºm7
Cmaj7 Jon	C#o Loc b4 dim7	Dm7 Dor	D#o Loc b4 dim7	Em7 Frig
IVºmaj7	#IVºø	Vº7	#Vºo	VIºm7
Fmaj7 Lid	F#ø Loc	G7 Mixo	G#o Loc b4 dim7	Am7 Eol

La relación entre dominante sustituto y disminuido se basa en la relación existente entre los grados V° y VII° de la tonalidad menor.



V°7(b9)				
E7(b9)				
E	G#	B	D	F
1	3	**5**	b7	**b9**
	1	**b3**	**b5**	**bb7**
	Tetrada disminuida			

La naturaleza geométrica del acorde disminuido es la que permite formar otros tres acordes similares desde cualquiera de sus cuatro inversiones posibles.



C x $\sqrt[4]{2}$ = Eb

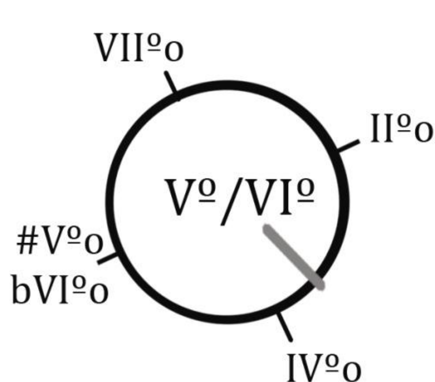
Eb x $\sqrt[4]{2}$ = Gb

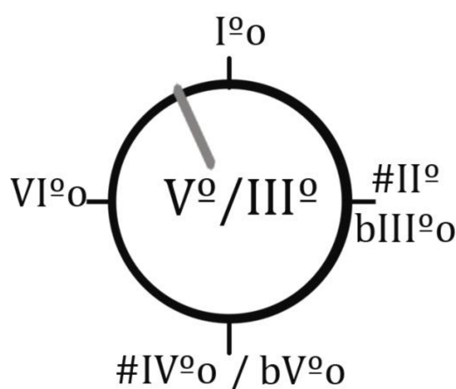
Gb x $\sqrt[4]{2}$ = Bbb

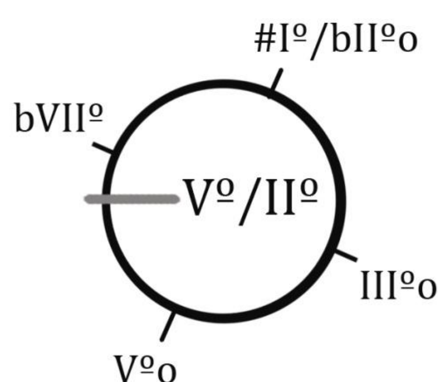
Bbb x $\sqrt[4]{2}$ = C´

De manera que podemos utilizar dos enfoques para saber qué escalas encajan bien en cada caso:

1. Utilizar la **Frigia Mayor** del dominante secundario que corresponda. En este caso podemos abordar los acordes disminuidos como una inversión del acorde V°7(b9) con omisión de la tónica.







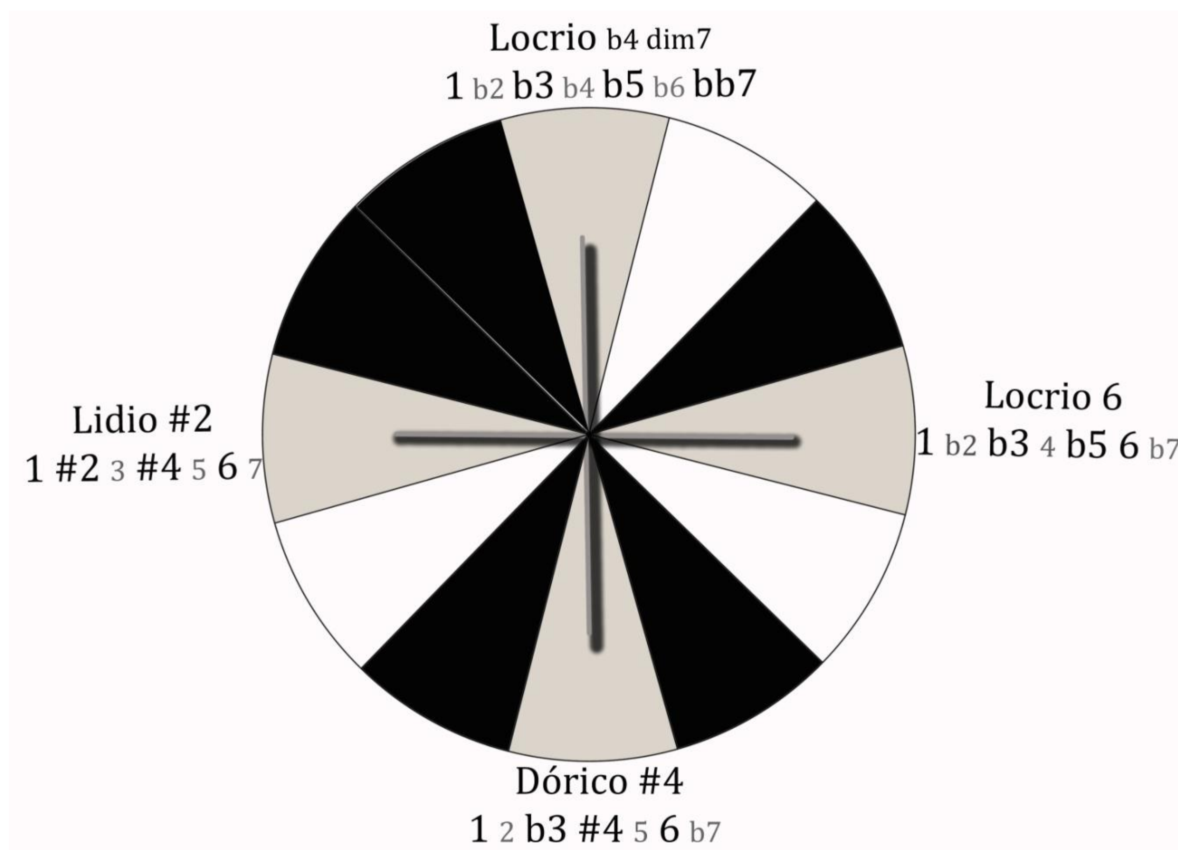
	I°
V/VI/3	#V°o
V/VI/5	VII°o
V/VI/7	II°o
V/VI/b9	IV°o

	I°
V/III/3	#II°o
V/III/5	#IV°o
V/III/7	VI°o
V/III/b9	I°o

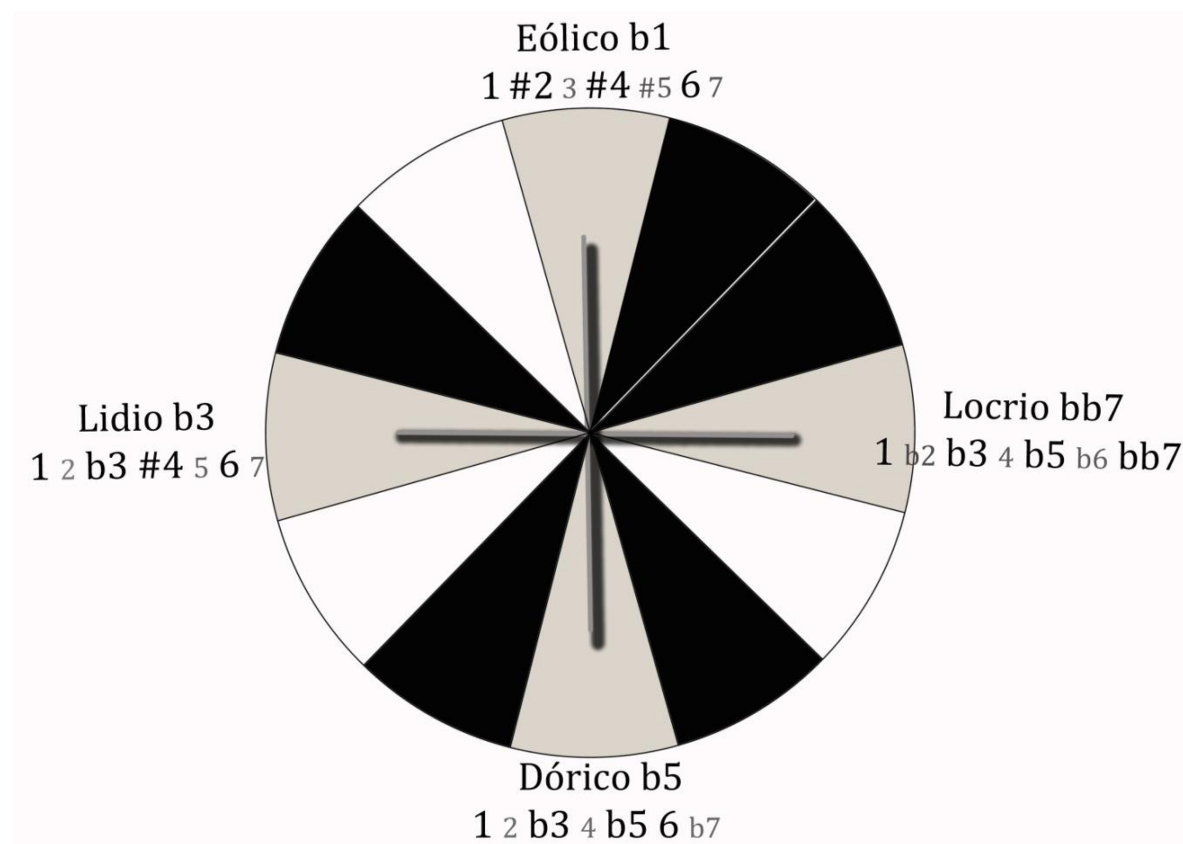
	I°
V/II/3	I°#o
V/II/5	III°o
V/II/7	V°o
V/II/b9	bVII°o

2. El otro enfoque es el de utilizar los modos relativos del **Frigio Mayor** en el complejo Armónica Menor. También podemos situar en paralelo los modos del complejo Armónica Mayor a partir del Frigio b4. Como pudimos ver en los capítulos referidos al estudio de estos complejos, en ambos casos era posible encajar cuatro de sus escalas en un acorde disminuido.

Armónica Menor



Armónica Mayor



En el siguiente cuadro resumimos las opciones disponibles para cada grado disminuido de la tonalidad mayor:

Grado disminuido	**Dominante secundario relativo**	**Complejo Armónica Menor**	**Complejo Armónica Mayor**
Iºo	V/III/b9	Lid #2	Lid b3
#Iºo/bIIºo	V/II/3	Loc b4 bb7	Eol b1
IIºo	V/VI/7	Dor #4	Dor b5
#IIºo/bIIIºo	V/III/3	Loc b4 bb7	Eol b1
IIIºo	V/II/5	Loc 6	Loc bb7
IVºo	V/VI/b9	Lid #2	Lid b3
#IVªo/bVºo	V/III/5	Loc 6	Loc bb7
Vºo	V/II/7	Dor #4	Dor b5
#Vºo/bVIºo	V/VI/3	Loc b4 bb7	Eol b1
VIºo	V/III/7	Dor #4	Dor b5
bVIIºo	V/II/b9	Lid #2	Lid b3
VIIºo	V/VI/5	Loc 6	Loc bb7

Una tercera posibilidad más sencilla para estos acordes es emplear la ***octófona tono-semitono.*** En el capítulo 5.3 detallamos la estructura de esta escala y los motivos por los que funciona muy bien como alternativa para los disminuidos de paso.

4.15- COMPLEJO NAPOLITANA MENOR

El complejo diatónico cuenta con tres modos menores (Eólico, Dórico y Frigio). Alterando el intervalo de séptima del modo Eólico alcanzamos la Armónica menor. Realizando el mismo procedimiento desde el Dórico llegamos a la Melódica Menor.

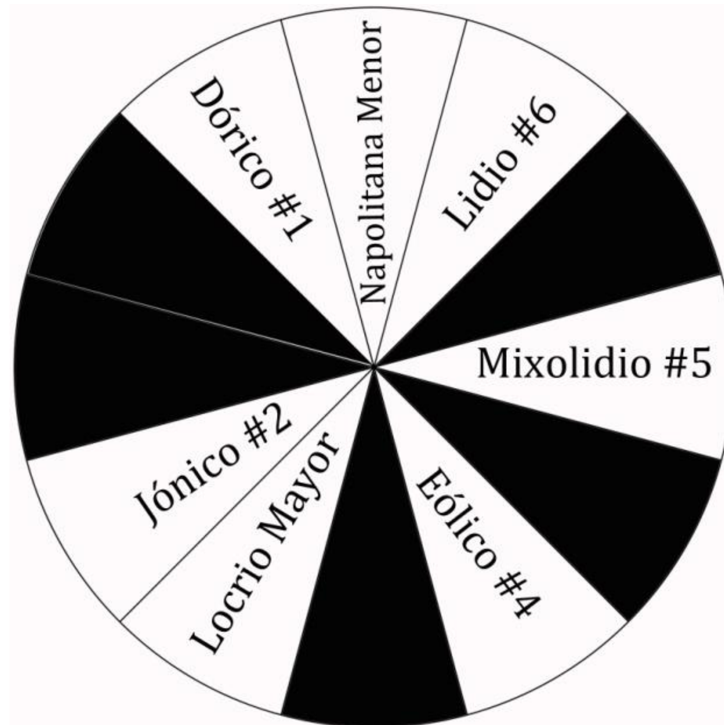
Eólico	Dórico
1 2 b3 4 5 b6 **b7**	1 2 b3 4 5 6 **b7**
Armónica Menor	**Melódica Menor**
1 2 b3 4 5 b6 **7**	1 2 b3 4 5 6 **7**

Si repetimos este procedimiento desde el modo Frigio, obtenemos la escala **Napolitana menor**. Esta escala es por lo tanto equivalente a un Frigio con séptima mayor.

Frigio
1 b2 b3 4 5 b6 **b7**

Napolitana Menor
1 b2 b3 4 5 b6 **7**

La escala Napolitana Menor nos conduce a un quinto complejo heptatónico con siete nuevas escalas modales.



NAPOLITANA MENOR						
1 b2 b3 4 5 b6 7						
Iºm (maj7,b9)	**bIIºmaj7 (#6)**	**bIIIº #5**	**IVºm**	**Vº b5**	**bVIºmaj7**	**VIIº (bb3,b5)**
Nap. Menor	Lid #6	Mixo #5	Eol #4	Loc maj	Jon #2	#1-Dor

LIDIO #6						
1 2 3 4 5 #6 7						
Iºmaj7 (#6)	**IIº #5**	**IIIºm**	**IVº b5**	**Vºmaj7**	**#VIº (bb3,b5)**	**VIIºm (maj7,b9)**
Lid #6	Mixo #5	Eol #4	Loc maj	Jon #2	#1-Dor	Nap. Menor

MIXOLIDIO #5						
1 2 3 4 #5 6 b7						
Iº #5	**IIºm**	**IIIº b5**	**IVºmaj7**	**#Vº (bb3,b5)**	**VIºm (maj7,b9)**	**bVIIºmaj7 (#6)**
Mixo #5	Eol #4	Loc maj	Jon #2	#1-Dor	Nap. Menor	Lid #6

EÓLICO #4						
1 2 b3 #4 5 b6 b7						
Iºm	**IIº b5**	**bIIIºmaj7**	**#IVº (bb3,b5)**	**Vºm (maj7,b9)**	**bVIºmaj7 (#6)**	**bVIIº #5**
Eol #4	Loc maj	Jon #2	#1-Dor	Nap. Menor	Lid #6	Mixo #5

LOCRIO MAYOR						
1 b2 3 4 b5 b6 b7						
Iº b5	**bIIºmaj7**	**IIIº (bb3,b5)**	**IVºm (maj7,b9)**	**bVºmaj7 (#6)**	**bVIº #5**	**bVIIºm**
Loc maj	Jon #2	#1-Dor	Nap. Menor	Lid #6	Mixo #5	Eol #4

JÓNICO #2						
1 #2 3 4 5 6 7						
Iºmaj7	**#IIº (bb3,b5)**	**IIIºm (maj7,b9)**	**IVºmaj7 (#6)**	**Vº #5**	**VIºm**	**VIIº b5**
Jon #2	#1-Dor	Nap. Menor	Lid #6	Mixo #5	Eol #4	Loc maj

#1 DÓRICO						
1 b2 bb3 b4 b5 bb6 bb7						
Iº (bb3,b5)	**bIIºm (maj7,b9)**	**bbIIIºmaj7 (#6)**	**bIVº #5**	**bVºm**	**bbVIº b5**	**bbVIIºmaj7**
#1-Dor	Nap. Menor	Lid #6	Mixo #5	Eol #4	Loc maj	Jon #2

Desde una óptica funcional, el grado bIIº de la Napolitana Menor puede cumplir una función similar al de un dominante sustituto. Este grado se corresponde con un Lidio #6. Su tetrada correspondiente contiene una séptima mayor, pero la enarmonía entre sexta aumentada y séptima menor lo convierten en una opción a tener en cuenta como acorde dominante. [1]

bIIº #6 Iº m (maj7)
Lid #6 Nap. Menor

La distancia de tritono entre Lidio #6 y Locrio Mayor triangulan con la tónica menor en la Napolitana de manera muy parecida a como lo hacen Mixolidio #4 y Superlocrio ejerciendo como Vº7 y SubVº7, de manera que pueden incluso ser fácilmente intercambiables entre sí. [2]

Vº b5 bIIº #6 Iº m (maj7)
Loc Maj Lid #6 Nap. Menor

Vº Alt Sub Vº7 Iº m (maj7)
Superloc Mixo #4 Nap. Menor

[1] También podemos directamente sustituirlo por un Mixolidio #4
[2] Capítulo 4.12

Modos del complejo Napolitana Menor en todos los tonos

Nap Menor	Lid #6	Mixo #5	Eol #4	Loc Maj	Jon #2	Dor #1
G#	A	B	C#	D#	E	F##
C#	D	E	F#	G#	A	B#
F#	G	A	B	C#	D	E#
B	C	D	E	F#	G	A#
E	F	G	A	B	C	D#
A	Bb	C	D	E	F	G#
D	Eb	F	G	A	Bb	C#
G	Ab	Bb	C	D	Eb	F#
C	Db	Eb	F	G	Ab	B
F	Gb	Ab	Bb	C	Db	E
Bb	Cb	Db	Eb	F	Gb	A
Eb	Fb	Gb	Ab	Bb	Cb	D
Ab	Bbb	Cb	Db	Eb	Fb	G

4.16- COMPLEJOS PRIMARIOS

Los complejos Armónico Menor, Armónico Mayor, Melódico Menor y Napolitano Menor se obtienen alterando una sola nota del complejo Diatónico. En este capítulo vamos a estudiar tres complejos más que deducimos por el mismo procedimiento. Alcanzamos así **siete complejos** que es posible realizar mediante la alteración de una única nota del complejo Diatónico.[1]

Tomamos para ello el modo Jónico como punto de partida. A partir de las escalas derivadas por la alteración de una única nota del modo Jónico deducimos cuales son estos complejos:

Jónico #1 #1 2 3 4 5 6 7	Superlocrio 1 b2 b3 b4 b5 b6 b7 (Complejo Mel. Menor)
Jónico b2 1 b2 3 4 5 6 7	
Jónico #2 1 #2 3 4 5 6 7	(Complejo Nap. Menor)
Jónico b3 1 2 b3 4 5 6 7	Melódica Menor (Complejo Mel. Menor)
Jónico #4 1 2 3 #4 5 6 7	Lidio (Complejo Diatónico)
Jónico b5 1 2 3 4 b5 6 7	
Jónico #5 1 2 3 4 #5 6 7	(Complejo Arm. Menor)
Jónico b6 1 2 3 4 5 b6 7	Armónica Mayor (Complejo Arm. Mayor)
Jónico #6 1 2 3 4 5 #6 7	
Jónico b7 1 2 3 4 5 6 b7	Mixolidio (Complejo Diatonico)

En siete de los casos las escalas se corresponden con modos de los complejos Diatónico, Melódico Menor, Armónico Menor, Armónico Mayor y Napolitano Menor, pero se dan tres nuevas posibilidades que no hemos estudiado hasta el momento.

[1] A los que hemos denominado en este estudio como "Complejos Primarios", aunque hemos de aclarar que no es un término de uso común.

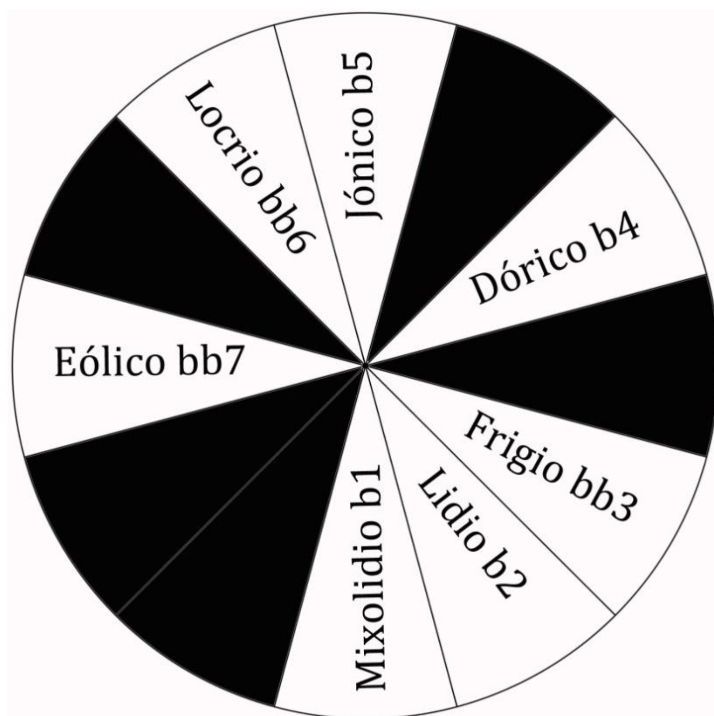
Cada una de estas cuatro escalas (**Jon b2, Jon b5, Jon #6**) da lugar a un nuevo complejo heptatónico. A continuación desglosamos las escalas que contienen estos tres nuevos complejos.

COMPLEJO JÓNICO b2



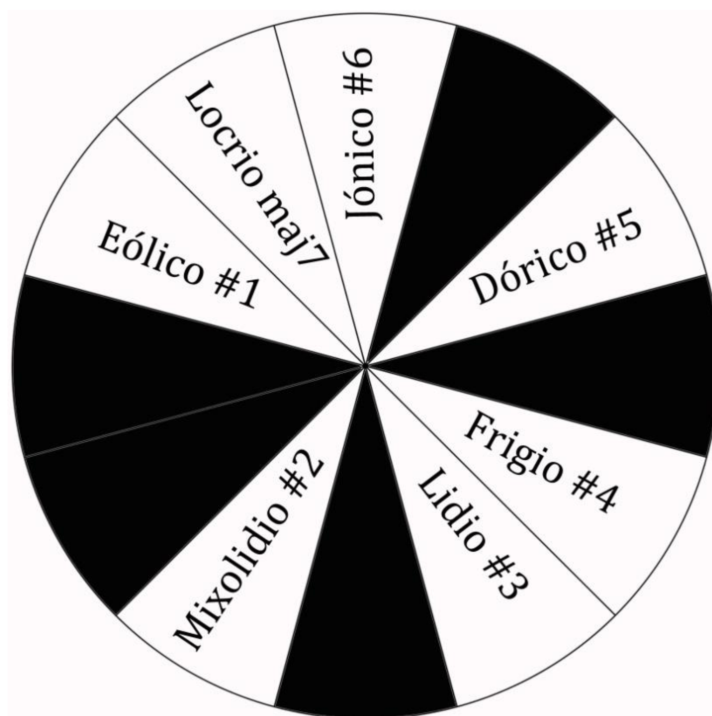
Jónico b2 1 b2 3 4 5 6 7
Dórico b1 1 #2 3 #4 #5 #6 7
Figio bb7 1 b2 b3 4 5 b6 bb7
Lidio b6 1 2 3 #4 5 b6 7
Mixolidio b5 1 2 3 4 b5 6 b7
Eólico b4 1 2 b3 b4 5 b6 b7
Locrio bb3 1 b2 bb3 4 b5 b6 b7

COMPLEJO JÓNICO b5



Jónico b5 1 2 3 4 b5 6 7
Dórico b4 1 2 b3 b4 5 6 b7
Figio bb3 1 b2 bb3 4 5 b6 b7
Lidio b2 1 b2 3 #4 5 6 7
Mixolidio b1 1 #2 #3 #4 #5 #6 7
Eólico bb7 1 2 b3 4 5 b6 bb7
Locrio bb6 1 b2 b3 4 b5 bb6 b7

COMPLEJO JÓNICO #6

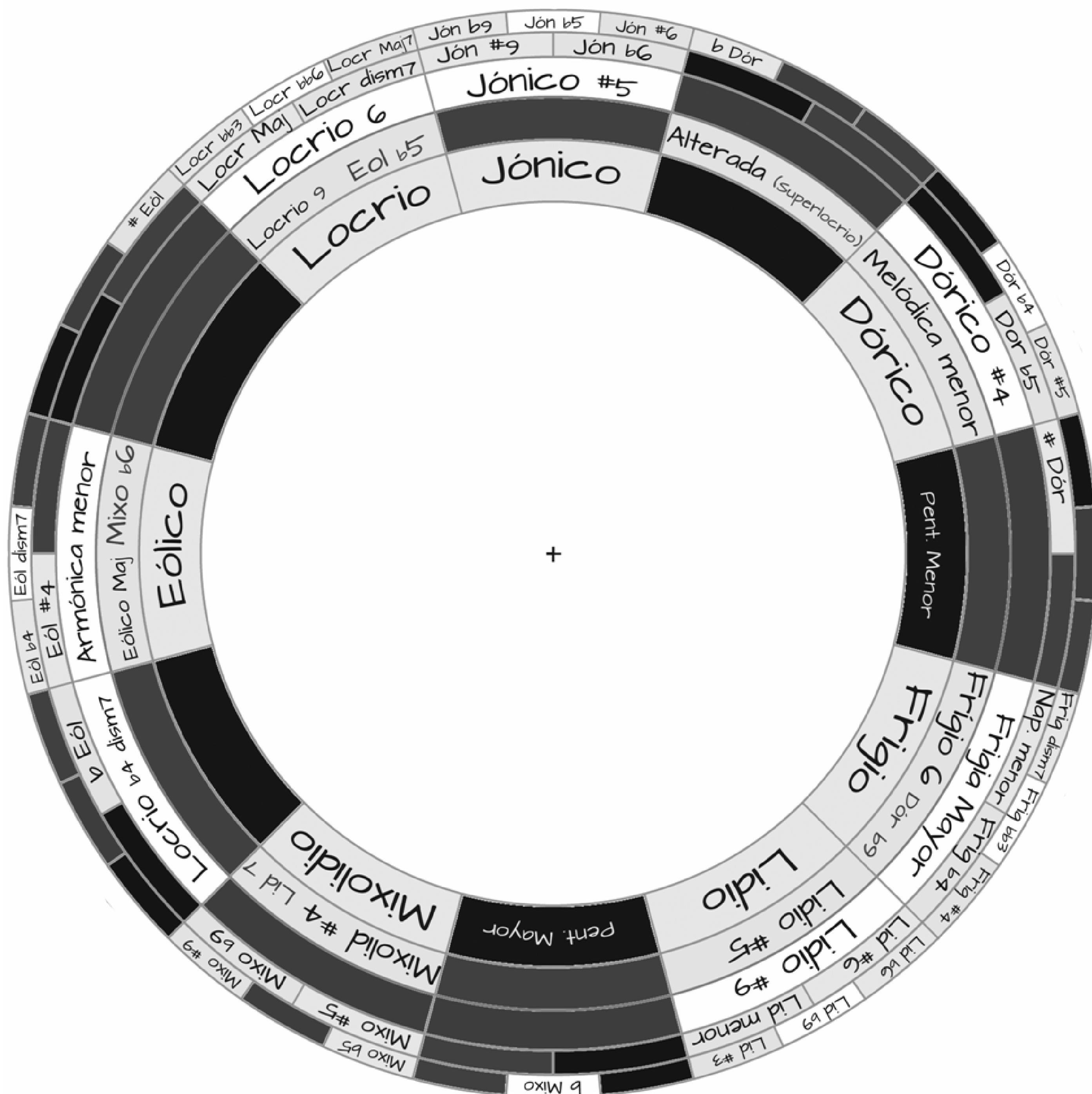


Jónico #6 1 2 3 4 5 #6 7
Dórico #5 1 2 b3 4 #5 b6 b7
Figio #4 1 b2 b3 #4 5 b6 b7
Lidio #3 1 2 #3 #4 5 6 7
Mixolidio #2 1 #2 3 4 5 6 b7
Eólico #1 1 b2 bb3 b4 b5 bb6 bb7
Locrio maj7 1 b2 b3 4 b5 b6 7

Establecemos en este estudio el concepto de "**complejos primarios**" para hacer una diferenciación entre estos siete complejos que obtenemos a partir de la alteración de un único intervalo del grupo diatónico, con respecto a otros complejos heptatónicos a los que denominamos "**secundarios**" *(que desglosaremos en el siguiente capítulo)*. No está extendido ni institucionalizado el uso de estos términos, pero nos ha parecido útil por cuestiones de clasificación.

La lógica funcional no va a encontrar atractivas en muchos casos las escalas obtenidas. Bien por resultar demasiado ambiguas, por cuestiones de sonoridad, o por no encajar fácilmente en ninguna de las funciones tonales de tónica, dominante y subdominante. Matemáticamente son desde luego una posibilidad y desde una perspectiva modal más abierta puede resultar interesante la utilización de estas combinaciones.

Agrupamos en el siguiente círculo todas las escalas de estos ocho complejos, con la intención de poder abarcar *(al menos parcialmente)* sus ubicaciones relativas y las relaciones existentes entre ellas. Para la Melódica Menor seguimos el criterio de ubicarla a partir del Dórico, aunque también podría haber sido posible hacerlo desde el Jónico *(como Jónico menor)* o desde el Eólico *(por las sustituciones que se realizan habitualmente en la tonalidad menor).*

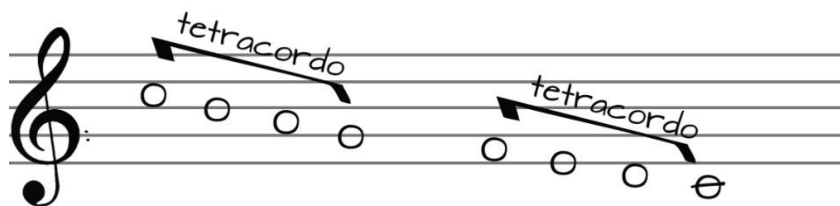


4.17- TETRACORDOS Y COMPLEJOS SECUNDARIOS

El sistema musical occidental realmente no se basa en la utilización de múltiples escalas modales. En armonía moderna, habitualmente con las escalas de los **complejos primarios** suele ser suficiente para la mayoría de los casos *(fundamentalmente complejos Diatónico, Armónico Menor y Melódico Menor).*

El objetivo de este capítulo es establecer cuántas combinaciones de escalas heptatónicas agrupadas en complejos de siete escalas podemos obtener siguiendo la lógica de nuestro cifrado interválico.

Con este propósito, vamos a basarnos en la primitiva idea de los tetracordos griegos. En la antigua Grecia las escalas se obtenían por la unión de dos tetracordos descendentes.



Nosotros vamos a utilizar los tetracordos en sentido ascendente, que es como estudiamos las escalas en la actualidad.

El concepto de los tetracordos resulta especialmente interesante, porque permite analizar las escalas como la unión de dos mitades separadas por el eje de simetría que supone el tritono existente entre la fundamental y su cuarta aumentada/quinta disminuida (#4/b5).

Las siete escalas del complejo Diatónico se generan por la unión de simplemente cuatro tetracordos distintos. Los cuatro intervalos iniciales de cada modo son los que delatan cuales son estos cuatro tetracordos:

1	-	2	-	3	4		**Jónico y Mixolidio**
1	-	2	b3	-	4		**Eólico y Dórico**
1	b2	-	b3	-	4		**Frigio y Locrio**
1	-	2	-	3	-	#4	**Lidio**

Estos cuatro tetracordos se manifiestan en la segunda mitad de las escalas de la siguiente manera.

1	-	2	-	3	4				5	-	6	-	7	8
1	-	2	b3	-	4				5	-	6	b7	-	8
1	b2	-	b3	-	4				5	b6	-	b7	-	4
1	-	2	-	3	-	#4		b5	-	b6	-	b7	-	8

Cabe destacar la importancia que tiene tomar como referencia la relación complementaria entre cuartas y quintas para formular los tetracordos en la segunda mitad de la escala. Cuando la cuarta de un tetracordo es justa, su expresión en la segunda mitad parte desde una quinta justa. Cuando es una cuarta aumentada parte desde una quinta disminuida y cuando se trate de una cuarta disminuida lo hará desde una quinta aumentada. De esta manera cuadraremos correctamente el segundo tetracordo con respecto al intervalo de octava.

#4	**b5**
4	**5**
b4	**#5**

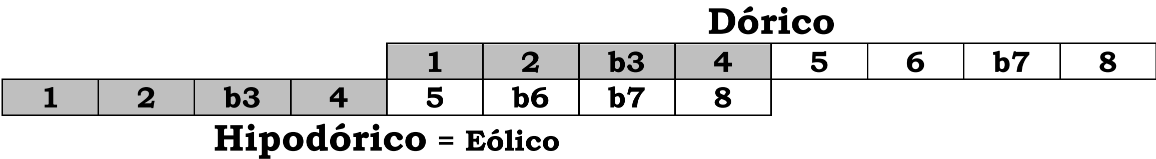
Los siete modos diatónicos se diferencian entre sí por diferentes combinaciones de estos cuatro tetracordos:

Jónico	**1**	**-**	**2**	**-**	**3**	**4**	**-**	5	-	6	-	7	8
								1	**-**	**2**	**-**	**3**	**4**
Dórico	**1**	**-**	**2**	**b3**	**-**	**4**	**-**	5	-	6	b7	-	8
								1	**-**	**2**	**b3**	**-**	**4**
Frigio	**1**	**b2**	**-**	**b3**	**-**	**4**	**-**	5	b6	-	b7	-	8
								1	**b2**	**-**	**b3**	**-**	**4**
Lidio	**1**	**-**	**2**	**-**	**3**	**-**	**#4**	5	-	6	-	7	8
								1	**-**	**2**	**-**	**3**	**4**
Mixolidio	**1**	**-**	**2**	**-**	**3**	**4**	**-**	5	-	6	b7	-	8
								1	**-**	**2**	**b3**	**-**	**4**
Eólico	**1**	**-**	**2**	**b3**	**-**	**4**	**-**	**5**	**b6**	**-**	**b7**	**-**	**8**
								1	**b2**	**-**	**b3**	**-**	**4**
Locrio	**1**	**b2**	**-**	**b3**	**-**	**4**	b5	-	b6	-	b7	-	8
							1	**-**	**2**	**-**	**3**	**-**	**#4**

Los modos comparten tetracordo con las escalas generadas a partir de su quinto grado, por lo tanto quedan conectados de la siguiente manera:

Lidio	1	2	3	#4	5	6	7	8
Jónico	1	2	3	4	5	6	7	8
Mixolidio	1	2	3	4	5	6	b7	8
Dórico	1	2	b3	4	5	6	b7	8
Eólico	1	2	b3	4	5	b6	b7	8
Frigio	1	b2	b3	4	5	b6	b7	8
Locrio	1	b2	b3	4	b5	b6	b7	8
Lidio	1	2	3	#4	5	6	7	8

Basándose en esta visión tetracordal, en los estudios medievales es común emplear el término **hipo-** (debajo de..) para nombrar a las escalas que emplean el primer tetracordo de un modo como segundo tetracordo propio.



Dórico					1	2	b3	4	5	6	b7	8
Hipodórico = Eólico	1	2	b3	4	5	b6	b7	8				

Nuestra intención no es la de estudiar las teorías musicales de la antigua Grecia y el Medievo bizantino-europeo, pero la idea de los tetracordos nos va a ser de gran utilidad para ver cuántos complejos heptatónicos podemos obtener siguiendo la lógica del cifrado interválico. [1]

Vamos a establecer como única condición *(por poner un límite razonable)* que no se generen saltos de más de un tono y medio entre intervalos. Desarrollamos así todas las posibilidades tetracordales enumeradas paralelamente en sus dos vertientes interválicas.

1	**-**	**2**	**-**	**3**	**4**
1	**-**	**2**	**b3**	**-**	**4**
1	**b2**	**-**	**-**	**3**	**4**
1	**b2**	**-**	**b3**	**-**	**4**
1	**b2**	**bb3**	**-**	**-**	**4**
1	**-**	**-**	**#2**	**3**	**4**

5	**-**	**6**	**-**	**7**	**8**
5	**-**	**6**	**b7**	**-**	**8**
5	**b6**	**-**	**-**	**7**	**8**
5	**b6**	**-**	**b7**	**-**	**8**
5	**b6**	**bb7**	**-**	**-**	**8**
5	**-**	**-**	**#6**	**7**	**8**

1	**-**	**2**	**-**	**3**	**-**	**#4**
1	**-**	**2**	**b3**	**-**	**-**	**#4**
1	**-**	**2**	**-**	**-**	**#3**	**#4**
1	**b2**	**-**	**-**	**3**	**-**	**#4**
1	**b2**	**-**	**b3**	**-**	**-**	**#4**
1	**-**	**-**	**#2**	**3**	**-**	**#4**
1	**-**	**-**	**#2**	**-**	**#3**	**#4**

b5	**-**	**b6**	**-**	**b7**	**-**	**8**
b5	**-**	**b6**	**bb7**	**-**	**-**	**8**
b5	**-**	**b6**	**-**	**-**	**7**	**8**
b5	**bb6**	**-**	**-**	**b7**	**-**	**8**
b5	**bb6**	**-**	**bb7**	**-**	**-**	**8**
b5	**-**	**-**	**6**	**b7**	**-**	**8**
b5	**-**	**-**	**6**	**-**	**7**	**8**

1	**-**	**2**	**b3**	**b4**
1	**b2**	**-**	**b3**	**b4**
1	**b2**	**bb3**	**-**	**b4**

#5	**-**	**#6**	**7**	**8**
#5	**6**	**-**	**7**	**8**
#5	**6**	**b7**	**-**	**8**

1	**b2**	**-**	**-**	**3**	**-**	**-**	**##4**
1	**-**	**2**	**-**	**3**	**-**	**-**	**##4**
1	**-**	**2**	**-**	**-**	**#3**	**-**	**##4**
1	**-**	**-**	**#2**	**3**	**-**	**-**	**##4**
1	**-**	**-**	**#2**	**-**	**#3**	**-**	**##4**
1	**-**	**-**	**#2**	**-**	**-**	**##3**	**##4**

bb5	**bbb6**	**-**	**-**	**bb7**	**-**	**-**	**8**
bb5	**-**	**bb6**	**-**	**bb7**	**-**	**-**	**8**
bb5	**-**	**bb6**	**-**	**-**	**b7**	**-**	**8**
bb5	**-**	**-**	**b6**	**bb7**	**-**	**-**	**8**
bb5	**-**	**-**	**b6**	**-**	**b7**	**-**	**8**
bb5	**-**	**-**	**b6**	**-**	**-**	**7**	**8**

1	**b2**	**bb3**	**bb4**

1	**b2**	**bb3**	**bb4**

1	**-**	**2**	**-**	**-**	**#3**	**-**	**-**	**###4**
1	**-**	**-**	**#2**	**-**	**#3**	**-**	**-**	**###4**
1	**-**	**-**	**#2**	**-**	**-**	**##3**	**-**	**###4**

bbb5	**-**	**bbb6**	**-**	**-**	**bb7**	**-**	**-**	**8**
bbb5	**-**	**-**	**bb6**	**-**	**bb7**	**-**	**-**	**8**
bbb5	**-**	**-**	**bb6**	**-**	**-**	**b7**	**-**	**8**

La combinación de los tetracordos de la izquierda con los de la derecha nos permite deducir que es posible generar **266 escalas heptatónicas** agrupadas en **38 complejos** distintos *(manteniendo el criterio de no sobrepasar la distancia de un tono y medio entre intervalos).*

[1] Es pura curiosidad matemática, suponemos a priori la dudosa practicidad musical de gran parte de las escalas que vamos a obtener.

COMPLEJOS PRIMARIOS

C.1 Diatónico

1	-	2	-	3	4	-	5	-	6	-	7	Jon
b7	-	1	-	2	b3	-	4	-	5	-	6	Dor
b6	-	b7	-	1	b2	-	b3	-	4	-	5	Frig
5	-	6	-	7	1	-	2	-	3	-	#4	Lid
4	-	5	-	6	b7	-	1	-	2	-	3	Mixo
b3	-	4	-	5	b6	-	b7	-	1	-	2	Eol
b2	-	b3	-	4	b5	-	b6	-	b7	-	1	Loc



C.2 Melódico Menor

1	-	2	b3	-	4	-	5	-	6	-	7	Mel Menor
b7	-	1	b2	-	b3	-	4	-	5	-	6	Frig 6 /Dor b2
6	-	7	1	-	2	-	3	-	#4	-	#5	Lid #5
5	-	6	b7	-	1	-	2	-	3	-	#4	Mixo #4 /Lid b7
4	-	5	b6	-	b7	-	1	-	2	-	3	Eol maj /Mixob6
b3	-	4	b5	-	b6	-	b7	-	1	-	2	Loc 2/Eol b5
b2	-	b3	b4	-	b5	-	b6	-	b7	-	1	Superloc



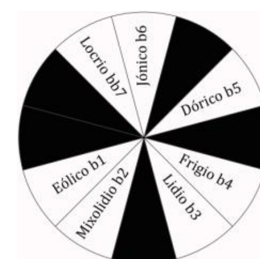
C.3 Armónico Menor

1	-	2	b3	-	4	-	5	b6	-	-	7	Arm Menor
b7	-	1	b2	-	b3	-	4	b5	-	-	6	Loc 6
6	-	7	1	-	2	-	3	4	-	-	#5	Jon #5
5	-	6	b7	-	1	-	2	b3	-	-	#4	Dor #4
4	-	5	b6	-	b7	-	1	b2	-	-	3	Frig Maj
3	-	#4	5	-	6	-	7	1	-	-	#2	Lid #2
b2	-	b3	b4	-	b5	-	b6	bb7	-	-	1	Loc b4 bb7



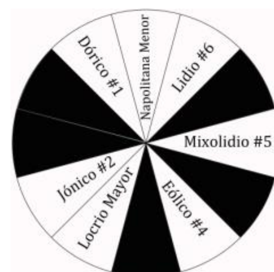
C.4 Armónico Mayor

1	-	2	-	3	4	-	5	b6	-	-	7	**Arm Maj** Jon b6
b7	-	1	-	2	b3	-	4	b5	-	-	6	Dor b5
b6	-	b7	-	1	b2	-	b3	b4	-	-	5	Frig b4
5	-	6	-	7	1	-	2	b3	-	-	#4	Lid menor
4	-	5	-	6	b7	-	1	b2	-	-	3	Mixo b2
3	-	#4	-	#5	6	-	7	1	-	-	#2	Eol b1
b2	-	b3	-	4	b5	-	b6	bb7	-	-	1	Loc bb7



C.5 Napolitano Menor

1	b2	-	b3	-	4	-	5	b6	-	-	7	Nap Menor
7	1	-	2	-	3	-	#4	5	-	-	#6	Lid #6
6	b7	-	1	-	2	-	3	4	-	-	#5	Mixo #5
5	b6	-	b7	-	1	-	2	b3	-	-	#4	Eol #4
4	b5	-	b6	-	b7	-	1	b2	-	-	3	Loc Maj
3	4	-	5	-	6	-	7	1	-	-	#2	Jon #2
b2	bb3	-	b4	-	b5	-	b6	bb7	-	-	1	Dor b1



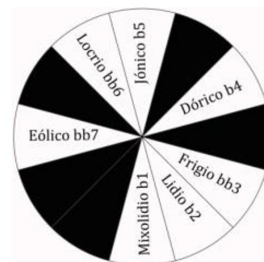
C.6 Jónico b2

1	b2	-	-	3	4	-	5	-	6	-	7	Jon b2
7	1	-	-	#2	3	-	#4	-	#5	-	#6	Dor b1
b6	bb7	-	-	1	b2	-	b3	-	4	-	5	Frig bb7
5	b6	-	-	7	1	-	2	-	3	-	#4	Lid b6
4	b5	-	-	6	b7	-	1	-	2	-	3	Mixo b5
b3	b4	-	-	5	b6	-	b7	-	1	-	2	Eol b5
b2	bb3	-	-	4	b5	-	b6	-	b7	-	1	Loc bb3



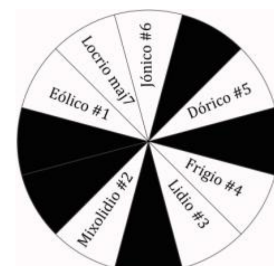
C.7 Jónico b5

1	-	2	-	3	4	b5	-	-	6	-	7	Jon b5
b7	-	1	-	2	b3	b4	-	-	5	-	6	Dor b4
b6	-	b7	-	1	b2	bb3	-	-	4	-	5	Frig bb3
5	-	6	-	7	1	b2	-	-	3	-	#4	Lid b2
#4	-	#5	-	#6	7	1	-	-	#2	-	#3	Mixo b1
b3	-	4	-	5	b6	bb7	-	-	1	-	2	Eol bb7
b2	-	b3	-	4	b5	bb6	-	-	b7	-	1	Loc bb6



C.8 Jónico #6

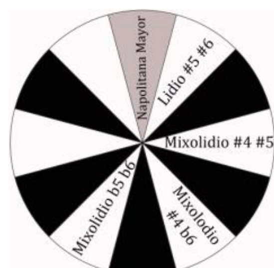
1	-	2	-	3	4	-	5	-	-	#6	7	Jon #6
b7	-	1	-	2	b3	-	4	-	-	#5	6	Dor #5
b6	-	b7	-	1	b2	-	b3	-	-	#4	5	Frig #4
5	-	6	-	7	1	-	2	-	-	#3	#4	Lid #3
4	-	5	-	6	b7	-	1	-	-	#2	3	Mixo #2
bb3	-	b4	-	b5	bb6	-	bb7	-	-	1	b2	Eol #1
b2	-	b3	-	4	b5	-	b6	-	-	7	1	Loc maj7



COMPLEJOS SECUNDARIOS

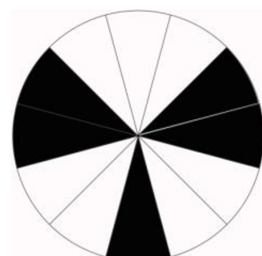
C.9 Napolitano Mayor

1	b2	-	b3	-	4	-	5	-	6	-	7	Nap Maj
7	1	-	2	-	3	-	#4	-	#5	-	#6	Lid #5 #6
6	b7	-	1	-	2	-	3	-	#4	-	#5	Mixo #4 #5
5	b6	-	b7	-	1	-	2	-	3	-	#4	Mixo #4 b6
4	b5	-	b6	-	b7	-	1	-	2	-	3	Mixo b5 b6
b3	b4	-	b5	-	b6	-	b7	-	1	-	2	-
b2	bb3	-	b4	-	b5	-	b6	-	b7	-	1	-



C.10 Doble Armónica mayor ("Bizantino") Jon b2 b6

1	b2	-	-	3	4	-	5	b6	-	-	7	Doble Arm Maj Jon b2 b6
7	1	-	-	#2	3	-	#4	5	-	-	#6	Lid #2 #6
b6	bb7	-	-	1	b2	-	b3	b4	-	-	5	-
5	b6	-	-	7	1	-	2	b3	-	-	#4	Arm Men #4 "Gipsy"
4	b5	-	-	6	b7	-	1	b2	-	-	3	Mixo b2 b5
3	4	-	-	#5	6	-	7	1	-	-	#2	Jon #2 #5
b2	bb3	-	-	4	b5	-	b6	bb7	-	-	1	-



C.11 "Persa" (2°modo= Jon #2/#6)

1	b2	-	-	3	4	b5	-	b6	-	-	7
7	1	-	-	#2	3	4	-	5	-	-	#6
b6	bb7	-	-	1	b2	bb3	-	b4	-	-	5
5	b6	-	-	7	1	b2	-	b3	-	-	#4
#4	5	-	-	#6	7	1	-	2	-	-	#3
3	4	-	-	#5	6	b7	-	1	-	-	#2
b2	bb3	-	-	4	b5	bb6	-	bb7	-	-	1

C.12 Jon b6/bb7 (4°modo=Mel Menor b4)

1	-	2	-	3	4	-	5	b6	bb7	-	-
b7	-	1	-	2	b3	-	4	b5	bb6	-	-
b6	-	b7	-	1	b2	-	b3	b4	bb5	-	-
5	-	6	-	7	1	-	2	b3	b4	-	-
4	-	5	-	6	b7	-	1	b2	bb3	-	-
3	-	#4	-	#5	6	-	7	1	b2	-	-
#2	-	#3	-	##4	#5	-	#6	7	1	-	-

C.13 Jon b5/b6

1	-	2	-	3	4	b5	-	b6	-	-	7
b7	-	1	-	2	b3	b4	-	b5	-	-	6
b6	-	b7	-	1	b2	bb3	-	b4	-	-	5
5	-	6	-	7	1	b2	-	b3	-	-	#4
#4	-	#5	-	#6	7	1	-	2	-	-	#3
3	-	#4	-	#5	6	b7	-	1	-	-	#2
b2	-	b3	-	4	b5	bb6	-	bb7	-	-	1

C.14 Jon #5/#6

1	-	2	-	3	4	-	-	#5	-	#6	7
b7	-	1	-	2	b3	-	-	#4	-	#5	6
b6	-	b7	-	1	b2	-	-	3	-	#4	5
5	-	6	-	7	1	-	-	#2	-	#3	#4
b4	-	b5	-	b6	bb7	-	-	1	-	2	b3
bb3	-	b4	-	b5	bb6	-	-	b7	-	1	b2
b2	-	b3	-	4	b5	-	-	6	-	7	1

C.15- Arm Men b5 (3° modo= Mel men #5)

1	-	2	b3	-	4	b5	-	b6	-	-	7
b7	-	1	b2	-	b3	b4	-	b5	-	-	6
6	-	7	1	-	2	b3	-	4	-	-	#5
5	-	6	b7	-	1	b2	-	b3	-	-	#4
#4	-	#5	6	-	7	1	-	2	-	-	#3
3	-	#4	5	-	6	b7	-	1	-	-	#2
b2	-	b3	b4	-	b5	bb6	-	bb7	-	-	1

C.16 Jon #2/b6 (5°modo=Mixo b2/#5)

1	-	-	#2	3	4	-	5	b6	-	-	7
bb7	-	-	1	b2	bb3	-	b4	bb5	-	-	b6
b6	-	-	7	1	b2	-	b3	b4	-	-	5
5	-	-	#6	7	1	-	2	b3	-	-	#4
4	-	-	#5	6	b7	-	1	b2	-	-	3
3	-	-	##4	#5	6	-	7	1	-	-	#2
b2	-	-	3	4	b5	-	b6	bb7	-	-	1

C.17 Mixo b2/#4 (5°modo=Mel men b5)
(7°modo=lid b3/#5)

1	b2	-	-	3	-	#4	5	-	6	b7	-
7	1	-	-	#2	-	#3	#4	-	#5	6	-
b6	bb7	-	-	1	-	2	b3	-	4	b5	-
b5	bb6	-	-	b7	-	1	b2	-	b3	b4	-
4	b5	-	-	6	-	7	1	-	2	b3	-
b3	b4	-	-	5	-	6	b7	-	1	b2	-
2	b3	-	-	#4	-	#5	6	-	7	1	-

C.18 Arm Men b4 (3°modo=Jon b2/#5)
(6°modo= Lid #2 b6)

1	-	2	b3	b4	-	-	5	b6	-	-	7
b7	-	1	b2	bb3	-	-	4	b5	-	-	6
6	-	7	1	b2	-	-	3	4	-	-	#5
#5	-	#6	7	1	-	-	#2	3	-	-	##4
4	-	5	b6	bb7	-	-	1	b2	-	-	3
3	-	#4	5	b6	-	-	7	1	-	-	#2
b2	-	b3	b4	bb5	-	-	b6	bb7	-	-	1

C.19 Mel Men #6 (5°Modo=Mixo #2/b6)

1	-	2	b3	-	4	-	5	-	-	#6	7
b7	-	1	b2	-	b3	-	4	-	-	#5	6
6	-	7	1	-	2	-	3	-	-	x4	#5
5	-	6	b7	-	1	-	2	-	-	#3	#4
4	-	5	b6	-	b7	-	1	-	-	#2	3
bb3	-	b4	bb5	-	bb6	-	bb7	-	-	1	b2
b2	-	b3	b4	-	b5	-	b6	-	-	7	1

C.20 Jon b2/b5 (4°mod=Lid b2/b6)

1	b2	-	-	3	4	b5	-	-	6	-	7
7	1	-	-	#2	3	4	-	-	#5	-	#6
b6	bb7	-	-	1	b2	bb3	-	-	4	-	5
5	b6	-	-	7	1	b2	-	-	3	-	#4
#4	5	-	-	#6	7	1	-	-	#2	-	#3
b3	b4	-	-	5	b6	bb7	-	-	1	-	2
b2	bb3	-	-	4	b5	bb6	-	-	b7	-	1

C.21

1	b2	-	b3	-	4	-	-	#5	6	-	7
7	1	-	2	-	3	-	-	x4	#5	-	#6
6	b7	-	1	-	2	-	-	#3	#4	-	#5
5	b6	-	b7	-	1	-	-	#2	3	-	#4
b4	bb5	-	bb6	-	bb7	-	-	1	b2	-	b3
b3	b4	-	b5	-	b6	-	-	7	1	-	2
b2	bb3	-	b4	-	b5	-	-	6	b7	-	1

C.22

1	-	-	#2	3	4	-	5	b6	bb7	-	-
bb7	-	-	1	b2	bb3	-	b4	bb5	bb6	-	-
b6	-	-	7	1	b2	-	b3	b4	bb5	-	-
5	-	-	#6	7	1	-	2	b3	b4	-	-
4	-	-	#5	6	b7	-	1	b2	bb3	-	-
3	-	-	x4	#5	6	-	7	1	b2	-	-
#2	-	-	x3	##4	#5	-	#6	7	1	-	-

C.23

1	-	2	b3	b4	-	b5	-	-	6	-	7
b7	-	1	b2	bb3	-	b4	-	-	5	-	6
6	-	7	1	b2	-	b3	-	-	#4	-	#5
#5	-	#6	7	1	-	2	-	-	#3	-	##4
#4	-	#5	6	b7	-	1	-	-	#2	-	#3
b3	-	4	b5	bb6	-	bb7	-	-	1	-	2
b2	-	b3	b4	bb5	-	bb6	-	-	b7	-	1

C.24

1	-	2	-	3	4	b5	-	b6	bb7	-	-
b7	-	1	-	2	b3	b4	-	b5	bb6	-	-
b6	-	b7	-	1	b2	bb3	-	b4	bb5	-	-
5	-	6	-	7	1	b2	-	b3	b4	-	-
#4	-	#5	-	#6	7	1	-	2	b3	-	-
3	-	#4	-	#5	6	b7	-	1	b2	-	-
#2	-	#3	-	##4	#5	6	-	7	1	-	-

C.25

1	-	-	#2	-	#3	#4	5	-	6	b7	-
bb7	-	-	1	-	2	b3	b4	-	b5	bb6	-
bb6	-	-	b7	-	1	b2	bb3	-	b4	bb5	-
b5	-	-	6	-	7	1	b2	-	b3	b4	-
4	-	-	#5	-	#6	7	1	-	2	b3	-
b3	-	-	#4	-	#5	6	b7	-	1	b2	-
2	-	-	#3	-	##4	#5	6	-	7	1	-

Con agrupaciones de 4 semitonos seguidos

C.26 Jon #2/b5 (4=Lid b2/#6) (6º=Eol #4/bb7)

1	-	-	#2	3	4	b5	-	-	6	-	7
bb7	-	-	1	b2	bb3	bb4	-	-	b5	-	b6
b6	-	-	7	1	b2	bb3	-	-	4	-	5
5	-	-	#6	7	1	b2	-	-	3	-	#4
#4	-	-	##5	#6	7	1	-	-	#2	-	#3
b3	-	-	#4	5	b6	bb7	-	-	1	-	2
b2	-	-	3	4	b5	bb6	-	-	b7	-	1

C.27 Jon b2/#6

1	b2	-	-	3	4	-	5	-	-	#6	7
7	1	-	-	#2	3	-	#4	-	-	##5	#6
b6	bb7	-	-	1	b2	-	b3	-	-	#4	5
5	b6	-	-	7	1	-	2	-	-	#3	#4
4	b5	-	-	6	b7	-	1	-	-	#2	3
bb3	bb4	-	-	b5	bb6	-	bb7	-	-	1	b2
b2	bb3	-	-	4	b5	-	b6	-	-	7	1

C.28 Mixo b5 bb6

1	-	2	-	3	4	b5	bb6	-	-	b7	-
b7	-	1	-	2	b3	b4	bb5	-	-	b6	-
b6	-	b7	-	1	b2	bb3	bb4	-	-	b5	-
5	-	6	-	7	1	b2	bb3	-	-	4	-
#4	-	#5	-	#6	7	1	b2	-	-	3	-
#3	-	##4	-	##5	#6	7	1	-	-	#2	-
2	-	3	-	#4	5	b6	bb7	-	-	1	-

C.29

1	-	-	#2	3	4	b5	-	b6	-	b7	-
bb7	-	-	1	b2	bb3	bb4	-	bb5	-	bb6	-
b6	-	-	7	1	b2	bb3	-	b4	-	b5	-
5	-	-	#6	7	1	b2	-	b3	-	4	-
#4	-	-	##5	#6	7	1	-	2	-	3	-
3	-	-	##4	#5	6	b7	-	1	-	2	-
2	-	-	#3	#4	5	b6	-	b7	-	1	-

C.30

1	-	-	#2	-	#3	#4	5	b6	-	-	7
bb7	-	-	1	-	2	b3	b4	bb5	-	-	b6
bb6	-	-	b7	-	1	b2	bb3	bb4	-	-	b5
b5	-	-	6	-	7	1	b2	bb3	-	-	4
4	-	-	#5	-	#6	7	1	b2	-	-	3
3	-	-	##4	-	##5	#6	7	1	-	-	#2
b2	-	-	3	-	#4	5	b6	bb7	-	-	1

C.31

1	-	-	#2	3	-	#4	5	b6	bb7	-	-
bb7	-	-	1	b2	-	b3	b4	bb5	bbb6	-	-
b6	-	-	7	1	-	2	b3	b4	bb5	-	-
b5	-	-	6	b7	-	1	b2	bb3	bb4	-	-
4	-	-	#5	6	-	7	1	b2	bb3	-	-
3	-	-	##4	#5	-	#6	7	1	b2	-	-
#2	-	-	##3	##4	-	##5	#6	7	1	-	-

C.32

1	b2	-	-	3	4	b5	bb6	-	bb7	-	-
7	1	-	-	#2	3	4	b5	-	b6	-	-
b6	bb7	-	-	1	b2	bb3	bb4	--	bb5	-	-
5	b6	-	-	7	1	b2	bb3	-	b4	-	-
#4	5	-	-	#6	7	1	b2	-	b3	-	-
#3	#4	-	-	##5	#6	7	1	-	2	-	-
#2	3	-	-	##4	#5	6	b7	-	1	-	-

C.33

1	-	2	-	3	4	b5	bb6	-	bb7	-	-
b7	-	1	-	2	b3	b4	bb5	-	bb6	-	-
b6	-	b7	-	1	b2	bb3	bb4	-	bb5	-	-
5	-	6	-	7	1	b2	bb3	-	b4	-	-
#4	-	#5	-	#6	7	1	b2	-	b3	-	-
#3	-	##4	-	##5	#6	7	1	-	2	-	-
#2	-	#3	-	##4	#5	6	b7	-	1	-	-

C.34

1	-	-	#2	3	4	b5	-	b6	bb7	-	-
bb7	-	-	1	b2	bb3	bb4	-	bb5	bbb6	-	-
b6	-	-	7	1	b2	bb3	-	b4	bb5	-	-
5	-	-	#6	7	1	b2	-	b3	b4	-	-
#4	-	-	##5	#6	7	1	-	2	b3	-	-
3	-	-	##4	#5	6	b7	-	1	b2	-	-
#2	-	-	##3	##4	#5	6	-	7	1	-	-

C.35

1	b2	-	b3	-	4	-	-	#5	-	#6	7
7	1	-	2	-	3	-	-	##4	-	##5	#6
6	b7	-	1	-	2	-	-	#3	-	##4	#5
5	b6	-	b7	-	1	-	-	#2	-	#3	#4
b4	bb5	-	bb6	-	bb7	-	-	1	-	2	b3
bb3	bb4	-	bb5	-	bb6	-	-	b7	-	1	b2
b2	bb3	-	b4	-	b5	-	-	6	-	7	1

Con 5 semitonos seguidos

C.36

1	-	-	#2	-	#3	#4	5	b6	bb7	-	-
bb7	-	-	1	-	2	b3	b4	bb5	bbb6	-	-
bb6	-	-	b7	-	1	b2	bb3	bb4	bbb5	-	-
b5	-	-	6	-	7	1	b2	bb3	bb4	-	-
4	-	-	#5	-	#6	7	1	b2	bb3	-	-
3	-	-	##4	-	##5	#6	7	1	b2	-	-
#2	-	-	##3	-	###4	##5	#6	7	1	-	-

C.37

1	-	2	-	-	#3	#4	5	b6	bb7	-	-
b7	-	1	-	-	#2	3	4	b5	bb6	-	-
bb6	-	bb7	-	-	1	b2	bb3	bb4	bbb5	-	-
b5	-	b6	-	-	7	1	b2	bb3	bb4	-	-
4	-	5	-	-	#6	7	1	b2	bb3	-	-
3	-	#4	-	-	##5	#6	7	1	b2	-	-
#2	-	#3	-	-	###4	##5	#6	7	1	-	-

C.38

1	-	-	**#2**	**3**	**4**	**b5**	**bb6**	-	**bb7**	-	-
bb7	-	-	**1**	**b2**	**bb3**	**bb4**	bbb5	-	bbb6	-	-
b6	-	-	**7**	**1**	**b2**	**bb3**	**bb4**	-	**bb5**	-	-
5	-	-	**#6**	**7**	**1**	**b2**	**bb3**	-	**b4**	-	-
#4	-	-	**##5**	**#6**	**7**	**1**	**b2**	-	**b3**	-	-
#3	-	-	###4	**##5**	**#6**	**7**	1	-	2	-	-
#2	-	-	**##3**	**##4**	**#5**	**6**	**b7**	-	1	-	-

Este laborioso ejercicio nos aporta una interesante visión panorámica acerca de las posibilidades heptatónicas del sistema temperado de doce sonidos. De aquí podemos extraer las siguientes conclusiones:

1. Únicamente en los Complejos Diatónico y Melódico Menor (C.1 y C.2) se reparten los siete sonidos sin que se generen saltos de más de un tono y sin que se produzcan agrupaciones de más de dos semitonos seguidos.

2. En los complejos Armónico Menor y Armónico Mayor (C.3 y C.4) tampoco se producen agrupaciones de más de dos semitonos seguidos, pero si se genera un salto de un tono y medio entre intervalos.

3. A partir del Napolitano Menor (C.5) se generan agrupaciones de tres semitonos seguidos.

4. De los complejos en los que se generan agrupaciones de tres semitonos seguidos, el Napolitano Mayor (C.9) es el único caso en el que no se dan saltos de más de un tono entre intervalos.

5. A partir del complejo 26 se generan agrupaciones de cuatro semitonos seguidos.

6. En los complejos 36, 37 y 38 se generan agrupaciones de cinco semitonos seguidos.

Las agrupaciones de cuatro o cinco semitonos seguidos generan muchos intervalos con dobles alteraciones, por lo que puede resultar más sencillo abordar estas combinaciones mediante la utilización de cromatismos *(si existe interés por parte de alguien en su estudio..)*

Evidentemente no se recogen en estas 38 agrupaciones todas las combinaciones posibles de siete notas de entre los doce sonidos del temperamento igual. Para hacerlo sería necesario tener en cuenta también los tetracordos y las combinaciones en las que se generan saltos de más de un tono y medio.

El criterio de obtener todas las escalas sin que se generen saltos de más de un tono y medio ni agrupaciones de más de tres semitonos seguidos aporta una visión panorámica interesante sobre aquellas posibilidades que podríamos considerar como más "aprovechables" en el ejercicio musical *(ya que son estas condiciones que se dan en bastantes escalas de los complejos primarios comúnmente más empleadas).* Las dificultades pueden aparecer en el momento que queramos buscar una cierta funcionalidad en la naturaleza de estas escalas. En algunos casos puede que sea posible encontrarla, pero en otros igual no va a resultar tan sencillo encajarlas.

El desarrollo de los 38 complejos es necesario si no queremos dejar escalas descolgadas. De esta manera nos ha sido posible estructurar las 266 escalas obtenidas cada una agrupada en su respectivo complejo.

Las escalas de los "complejos secundarios" e incluso bastantes de las primarias entran en el ámbito de lo que comúnmente se denominan "escalas exóticas". Por su similitud con modos del mundo oriental se han utilizado términos como "Persa", "Hindú" o "Bizantina" para la denominación de alguna de ellas. Son términos un tanto subjetivos que atienden más bien a una percepción idealizada y deformada de estas culturas durante los siglos XIX y XX. Hay que tener en cuenta además que la aproximación a estas escalas la estamos llevando a cabo a partir del sistema temperado, afinación que no era practicada por las culturas de Oriente.

De entre los "complejos secundarios" cabe destacar el Napolitano Mayor C.9 *(que desglosamos en detalle en el próximo capítulo)* y también el **Doble Armónico Mayor** (C10).

La escala Doble armónica Mayor *(también llamada "Bizantina")* la obtenemos al alterar el intervalo de segunda de la Armónica Mayor.

Armónica Mayor (Jon b6)
1 **2** 3 4 5 b6 7

Doble Armónica Mayor (Jon b2 b6)
1 **b2** 3 4 5 b6 7

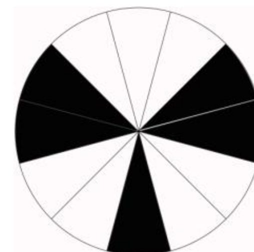
La peculiaridad de esta escala reside en que se forma por la unión de dos tetracordos iguales muy característicos de los complejos Armónico Mayor y Menor (de ahí la definición de "doble").

1	**b2**	**-**	**-**	**3**	**4**	**-**	5	b6	-	-	7	8
							1	**b2**	**-**	**-**	**3**	**4**

Su cuarto modo se define como un **Armónico Menor #4**, y es otra opción muy atractiva para acordes menores con séptima mayor. Se la conoce también como escala "Gitana" o "Húngara" por su utilización en las músicas populares del Este de Europa.

Armónica Menor #4
1 **2** b3 #4 5 b6 7

1	**b2**	**-**	**-**	**3**	**4**	**-**	**5**	**b6**	**-**	**-**	**7**	**Doble Arm Maj** Jon b2 b6
7	**1**	**-**	**-**	**#2**	**3**	**-**	**#4**	**5**	**-**	**-**	**#6**	**Lid #2 #6**
b6	**bb7**	**-**	**-**	**1**	**b2**	**-**	**b3**	**b4**	**-**	**-**	**5**	-
5	**b6**	**-**	**-**	**7**	**1**	**-**	**2**	**b3**	**-**	**-**	**#4**	**Arm Men #4 "Gipsy"**
4	**b5**	**-**	**-**	**6**	**b7**	**-**	**1**	**b2**	**-**	**-**	**3**	**Mixo b2 b5**
3	**4**	**-**	**-**	**#5**	**6**	**-**	**7**	**1**	**-**	**-**	**#2**	**Jon #2 #5**
b2	**bb3**	**-**	**-**	**4**	**b5**	**-**	**b6**	**bb7**	**-**	**-**	**1**	-



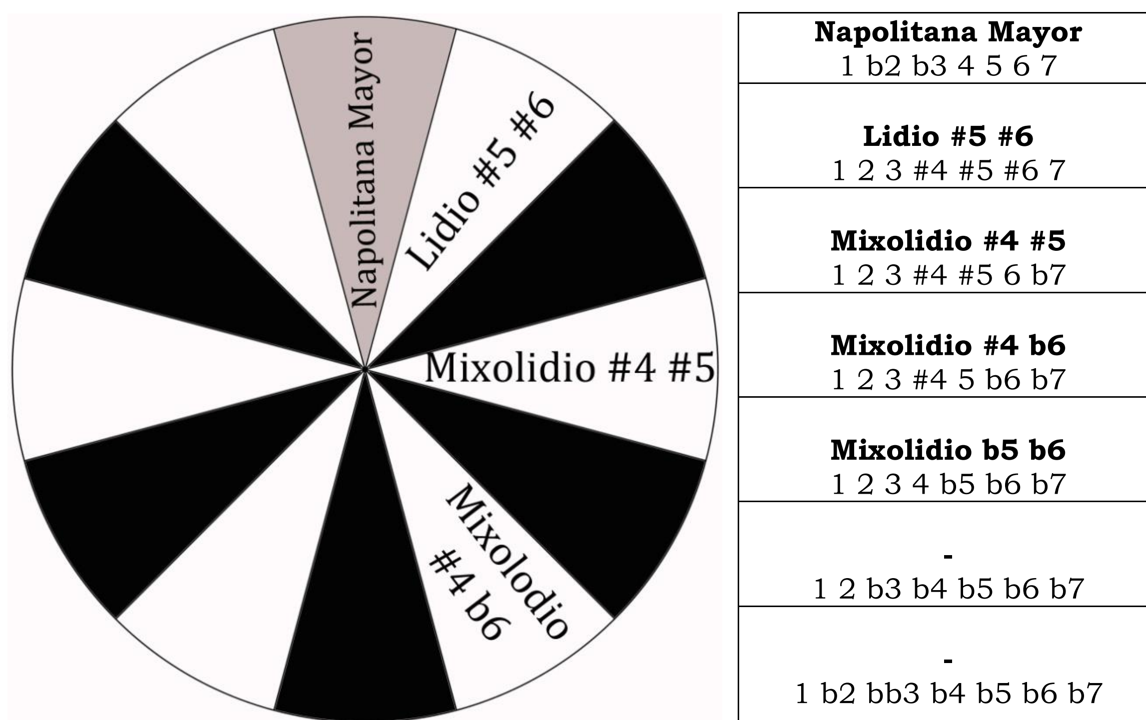
4.18- COMPLEJO NAPOLITANA MAYOR

De entre los que hemos denominado "complejos secundarios", destacamos el **Napolitano Mayor**. La escala Napolitana Mayor se obtiene a partir de la Napolitana Menor [1], por la alteración de su intervalo de sexta. Habitualmente cuando utilizamos el término "menor/mayor" para referirnos a un modo, nos referimos a su intervalo de tercera, pero en este caso hacemos alusión al intervalo de sexta.

Napolitana Menor
1 b2 b3 4 5 **b6** 7

Napolitana Mayor
1 b2 b3 4 5 **6** 7

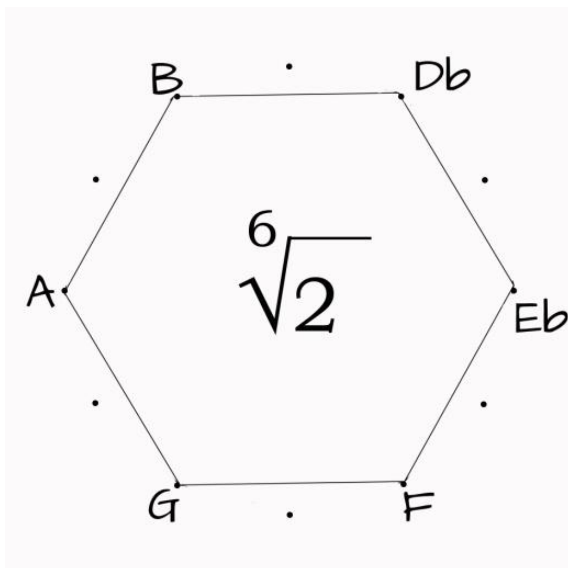
Los siete modos de este complejo se disponen de la siguiente manera:

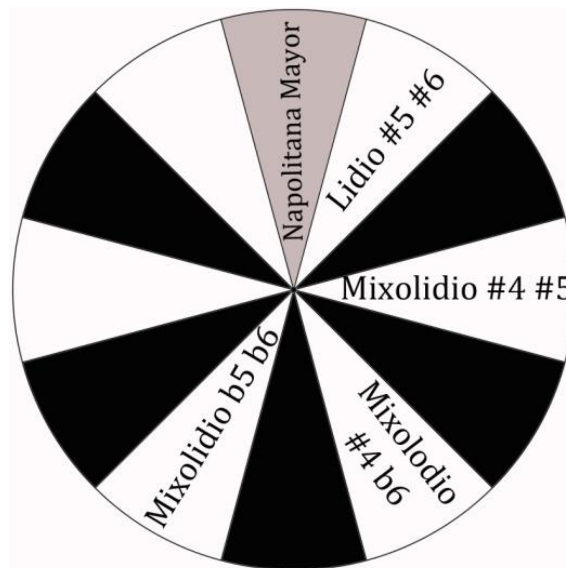


Napolitana Mayor 1 b2 b3 4 5 6 7
Lidio #5 #6 1 2 3 #4 #5 #6 7
Mixolidio #4 #5 1 2 3 #4 #5 6 b7
Mixolidio #4 b6 1 2 3 #4 5 b6 b7
Mixolidio b5 b6 1 2 3 4 b5 b6 b7
- 1 2 b3 b4 b5 b6 b7
- 1 b2 bb3 b4 b5 b6 b7

La peculiaridad más destacable de este complejo es su similitud con la **escala de tonos enteros.** [2] Se genera al intercalar una séptima nota en alguno de los semitonos que quedan libres.

[1] El capítulo 4.15 está dedicado al complejo Napolitana Menor. Recordamos que la escala Napolitana menor se obtiene a partir del modo Frigio al alterar su intervalo de séptima.
[2] El modo hexátono de tonos enteros es explicado y ampliado en el capítulo 5.2





Este fenómeno nos va a permitir una utilización justificada de la escala hexátona en el ámbito funcional desde los acordes de dominante o bien en acordes menores con séptima mayor.

La tetrada asociada al modo Napolitano Mayor es un acorde menor con séptima mayor. (1 b3 5 7). Es por lo tanto posible insertar la hexátona en estos acordes simplemente utilizando la Napolitana Mayor omitiendo la raíz.

Cm (maj7)						
C	Db	**Eb**	F	**G**	A	**B**
1	b2	**b3**	4	**5**	6	**7**
-	**1**	**2**	**3**	**#4**	**#5**	**#6**

Sus modos relativos **Lidio #5 #6, Mixolidio #4 #5**, **Mixolidio #4 b6** y **Mixolidio b5 b6** fundamentan la utilización de la hexátona para los acordes con función de dominante. En estos casos la hexátona es posible desplegarla directamente desde la raíz.

4.19- COMPLEJOS PENTATÓNICOS Y HEXATÓNICOS

La escala diatónica de siete sonidos determina la nomenclatura inicial en nuestra enumeración de los intervalos. Lo cierto es que en un círculo de quintas, siete notas es el mínimo posible para conseguir una escala en la que no se genere ningún salto de más de un tono. Por otro lado, en una escala de siete notas los sonidos se reparten ocupando todas las posiciones complementarias del eje de simetría *(segundas-séptimas, terceras-sextas, cuartas-quintas).* Aunque no necesariamente han de ser complementarios los sonidos en una escala, el reparto es equilibrado cuando las siete posiciones son ocupadas.

Hasta tal punto nos condiciona la visión heptatónica que incluso cuando hablamos de escalas de más o de menos sonidos recurrimos a este mismo cifrado duplicando u omitiendo intervalos.

En las **escalas Bebop** por ejemplo, se añade un cromatismo en los modos asociados a las diferentes funciones tonales para generar escalas de ocho sonidos más fáciles de encajar ritmicamente en compases binarios haciendo sonar las notas del acorde en los tiempos fuertes. Este procedimiento era muy habitual entre los jazzeros de los años cuarenta enmarcados en el género Bebob, de ahí su nombre:

Dominante bebob	**Dórico bebob**	**Mayor bebob**	**Melódica menor bebob**	**Armónica menor bebob**
1 2 3 4 5 6 b7 7	1 2 b3 3 4 5 6 b7 1 2 b3 4 5 6 b7 7	1 2 3 4 5 #5 6 7	1 2 b3 4 5 #5 6 7	1 2 b3 4 5 b6 b7 7

Hemos estudiado en capítulos anteriores las escalas **pentatónica mayor** y **pentatónica menor** como relativas entre sí. Al utilizar solamente cinco sonidos es posible encajarlas en los diferentes modos heptatónicos que contengan sus cinco sonidos:

Pentatónica mayor	**Pentatónica menor**
1 2 3 5 6	**1 b3 4 5 b7**
Jónico Lidio Mixolidio	Eólico Dórico Frigio

Habitualmente al hablar de la escala pentatónica nos referimos a estas dos posibilidades, aunque en realidad existen múltiples escalas pentatónicas. Estas dos pentatónicas son relativas porque comparten los mismos cinco sonidos, pero atendiendo al complejo de cinco sonidos en el que se insertan obtenemos tres pentatónicas más:

1	**-**	**2**	**-**	**3**	**-**	**-**	**5**	**-**	**6**	**-**	**-**	**Pent Mayor**
b7	**-**	**1**	**-**	**2**	**-**	**-**	**4**	**-**	**5**	**-**	**-**	
b6	**-**	**b7**	**-**	**1**	**-**	**-**	**b3**	**-**	**4**	**-**	**-**	
4	**-**	**5**	**-**	**6**	**-**	**-**	**1**	**-**	**2**	**-**	**-**	
b3	**-**	**4**	**-**	**5**	**-**	**-**	**b7**		**1**	**-**	**-**	**Pent Menor**

De entre estas cinco combinaciones, la pentatónica mayor y la pentatónica menor son las únicas que contienen las tres notas de una triada *(mayor o menor)*, de ahí que funcionalmente sean las más fáciles de encajar y consecuentemente las más utilizadas.

Como ya sabemos, las notas de una pentatónica mayor se obtienen con los cinco primeros sonidos de un círculo de quintas *(al igual que los siete sonidos de la escala diatónica)*. En un teclado, las siete teclas blancas generan la escala diatónica, mientras que las cinco teclas negras se disponen formando el complejo pentatónico. Esto sucede porque el círculo de quintas completo une los doce sonidos del sistema temperado de manera que los siete primeros sonidos forman una escala Lidia y los cinco últimos una pentatónica mayor *(aunque también podría aplicarse la lógica inversa)*.

Lidio							Pentatónica mayor				
F	C	G	D	A	E	B	F#	C#	G#	D#	A#
1	5	2	6	3	7	#4	1	5	2	6	3

El complejo diatónico y el complejo de la pentatónica mayor se complementan de manera que con las notas que omitimos en uno obtenemos el otro. Aplicando esta idea sobre los 38 complejos que estudiamos en el capítulo 4.17 podemos obtener 190 escalas pentatónicas diferentes agrupadas en sus respectivos complejos pentatónicos. Puesto que el criterio que aplicamos para la obtención de los complejos heptatónicos era evitar las posibilidades en las que se generaran saltos de más de un tono y medio, las pentatónicas complementarias que vamos a obtener **evitaran las agrupaciones de más de dos semitonos seguidos** *(lo cual no es un mal criterio para conseguir un reparto equilibrado en el rango de una octava para una escala de cinco sonidos).*

COMPLEJOS PENTATÓNICOS

Pentatónicas con saltos de máximo un tono y medio

C. Pent 1

(Complementario de C.1 *(Diatónico)*)

1	-	2	-	3	4	-	5	-	6	-	7
-	1	-	2	-	-	4	-	5	-	6	-
-	b7	-	1	-	-	b3	-	4	-	5	-
-	5	-	6	-	-	1	-	2	-	3	-
-	4	-	5	-	-	b7	-	1	-	2	-
-	b3	-	4	-	-	b6	-	b7	-	1	-

C. Pent 2

(Complementario de C.2 *(Melódico menor)*)

1	-	2	b3	-	4	-	5	-	6	-	7
-	1	-	-	b3	-	4	-	5	-	6	-
-	b6	-	-	1	-	2	-	3	-	b5	-
-	5	-	-	b7	-	1	-	2	-	3	-
-	4	-	-	b6	-	b7	-	1	-	2	-
-	b3	-	-	b5	-	b6	-	b7	-	1	-

C.Pent 3

(Complementario de C.3 *(Arm Menor)*)

1	-	2	b3	-	4	-	5	b6	-	-	7
-	1	-	-	b3	-	4	-	-	#5	6	-
-	6	-	-	1	-	2	-	-	4	b5	-
-	5	-	-	b7	-	1	-	-	#2	3	-
-	3	-	-	5	-	6	-	-	1	b2	-
-	b3	-	-	#4/b5	-	#5/b6	-	-	7	1	-

C.Pent 4

(Complementario de C. 4 *(Arm Mayor*)

1	-	2	-	3	4	-	5	b6	-	-	7
-	1	-	2	-	-	4	-	-	#5	6	-
-	b7	-	1	-	-	b3	-	-	#4	5	-
-	5	-	6	-	-	1	-	-	#2	3	-
-	3	-	b5	-	-	6	-	-	1	b2	-
-	b3	-	4	-	-	b6	-	-	7	1	-

Pentatónicas con saltos de máximo dos tonos

C. Pent 5

Complementario de C.5 *(Napolitano menor)*)

1	b2	-	b3	-	4	-	5	b6	-	-	7
-	-	1	-	2	-	3	-	-	5	b6	-
-	-	b7	-	1	-	2	-	-	4	b5	-
-	-	#5/b6	-	b7	-	1	-	-	#2	3	-
-	-	4	-	5	-	6	-	-	1	b2	-
-	-	3	-	#4	-	#5	-	-	7	1	-

C. Pent 6

Complementario de C.6 *(Jon b2)*)

1	b2	-	-	3	4	-	5	-	6	-	7
-	-	1	b2	-	-	3	-	#4	-	#5/b6	-
-	-	7	1	-	-	b3	-	4	-	5	-
-	-	#5	6	-	-	1	-	2	-	3	-
-	-	#4	5	-	-	b7	-	1	-	2	-
-	-	3	4	-	-	#5/b6	-	b7	-	1	-

C. Pent 7

Complementario de C.7 *(Jon b5)*)

1	-	2	-	3	4	b5	-	-	6	-	7
-	1	-	2	-	-	-	#4	5	-	6	-
-	b7	-	1	-	-	-	3	4	-	5	-
-	b5	-	b6	-	-	-	1	b2	-	b3	-
-	4	-	5	-	-	-	7	1	-	2	-
-	b3	-	4	-	-	-	6	b7	-	1	-

C. Pent 8

Complementario de C.8 *(Jon #6)*)

1	-	2	-	3	4	-	5	-	-	#6	7
-	1	-	2	-	-	4	-	5	b6	-	-
-	b7	-	1	-	-	b3	-	4	b5	-	-
-	5	-	6	-	-	1	-	2	b3	-	-
-	4	-	5	-	-	b7	-	1	b2	-	-
-	3	-	#4	-	-	6	-	7	1	-	-

C. Pent 9

Complementario de C.9 *(Nap mayor)*)

1	b2	-	b3	-	4	-	5	-	6	-	7
-	-	1	-	2	-	3	-	#4	-	#5	-
-	-	b7	-	1	-	2	-	3	-	#4	-
-	-	#5/b6	-	b7	-	1	-	2	-	3	-
-	-	#4	-	#5	-	b7	-	1	-	2	-
-	-	3	-	#4	-	#5	-	b7	-	1	-

C. Pent 10

Complementario de C.10 *(Bizantino)*)

1	b2	-	-	3	4	-	5	b6	-	-	7
-	-	1	b2	-	-	3	-	-	5	b6	-
-	-	7	1	-	-	b3	-	-	#4	5	-
-	-	#5	6	-	-	1	-	-	#2	3	-
-	-	4	b5	-	-	6	-	-	1	b2	-
-	-	3	4	-	-	#5/b6	-	-	7	1	-

C. Pent 11 (Comp C.11)

1	b2	-	-	3	4	b5	-	b6	-	-	7
-	-	1	b2	-	-	-	4	-	5	b6	-
-	-	7	1	-	-	-	3	-	#4	5	-
-	-	5	b6	-	-	-	1	-	2	b3	-
-	-	4	b5	-	-	-	b7	-	1	b2	-
-	-	3	4	-	-	-	6	-	7	1	-

C. Pent 12 (Comp C.12)

1	-	2	-	3	4	-	5	b6	bb7	-	-
-	1	-	2	-	-	4	-	-	-	6	b7
-	b7	-	1	-	-	b3	-	-	-	5	b6
-	5	-	6	-	-	1	-	-	-	3	4
-	b3	-	4	-	-	b6	-	-	-	1	b2
-	2	-	3	-	-	5	-	-	-	7	1

C. Pent 13 (Comp C.13)

1	-	2	-	3	4	b5	-	b6	-	-	7
-	1	-	2	-	-	-	#4	-	#5	6	-
-	b7	-	1	-	-	-	3	-	#4	5	-
-	#4/b5	-	#5/b6	-	-	-	1	-	2	b3	-
-	3	-	#4/b5	-	-	-	b7	-	1	b2	-
-	b3	-	4	-	-	-	6	-	7	1	-

C. Pent 14 (Comp C.14)

1	-	2	-	3	4	-	-	#5	-	#6	7
-	1	-	2	-	-	4	b5	-	b6	-	-
-	b7	-	1	-	-	#2	3	-	#4	-	-
-	5	-	6	-	-	1	b2	-	b3	-	-
-	#4/b5	-	#5/b6	-	-	7	1	-	2	-	-
-	3	-	#4/b5	-	-	6	b7	-	1	-	-

C. Pent 15 (Comp C.15)

1	-	2	b3	-	4	b5	-	b6	-	-	7
-	1	-	-	b3	-	-	#4	-	#5	6	-
-	6	-	-	1	-	-	b3	-	#4	5	-
-	#4	-	-	6	-	-	1	-	2	b3	-
-	3	-	-	5	-	-	b7	-	1	b2	-
-	b3	-	-	#4/b5	-	-	6	-	7	1	-

C. Pent 16 (Comp C.16)

1	-	-	#2	3	4	-	5	b6	-	-	7
-	1	b2	-	-	-	4	-	-	#5	6	-
-	7	1	-	-	-	3	-	-	5	b6	-
-	5	b6	-	-	-	1	-	-	#2	3	-
-	3	4	-	-	-	6	-	-	1	b2	-
-	#2	3	-	-	-	#5/b6	-	-	7	1	-

C. Pent 17 (Comp C.17)

1	b2	-	-	3	-	#4	5	-	6	b7	-
-	-	1	b2	-	b3	-	-	#4/b5	-	-	6
-	-	7	1	-	2	-	-	4	-	-	#5
-	-	6	b7	-	1	-	-	b3	-	-	#4/b5
-	-	#4	5	-	6	-	-	1	-	-	b3
-	-	#2	3	-	#4	-	-	6	-	-	1

C. Pent 18 (Comp C.18)

1	-	2	b3	b4	-	-	5	b6	-	-	7
-	1	-	-	-	3	4	-	-	#5	6	-
-	#5/b6	-	-	-	1	b2	-	-	3	4	-
-	#4/b5	-	-	-	7	1	-	-	#2	3	-
-	3	-	-	-	#5	6	-	-	1	b2	-
-	b3	-	-	-	5	b6	-	-	7	1	-

C. Pent 19 (Comp C.19)

1	-	2	b3	-	4	-	5	-	-	#6	7
-	1	-	-	b3	-	4	-	5	b6	-	-
-	6	-	-	1	-	2	-	3	4	-	-
-	5	-	-	b7	-	1	-	2	b3	-	-
-	4	-	-	b6	-	b7	-	1	b2	-	-
-	3	-	-	5	-	6	-	7	1	-	-

C. Pent 20 (Comp C.20)

1	b2	-	-	3	4	b5	-	-	6	-	7
-	-	1	b2	-	-	-	4	b5	-	b6	-
-	-	7	1	-	-	-	3	4	-	5	-
-	-	5	b6	-	-	-	1	b2	-	b3	-
-	-	#4	5	-	-	-	7	1	-	2	-
-	-	3	4	-	-	-	6	b7	-	1	-

C. Pent 21 (Comp C.21)

1	b2	-	b3	-	4	-	-	#5	6	-	7
-	-	1	-	2	-	3	4	-	-	b6	-
-	-	b7	-	1	-	2	b3	-	-	#4/b5	-
-	-	b6	-	b7	-	1	b2	-	-	3	-
-	-	5	-	6	-	7	1	-	-	b3	-
-	-	3	-	#4	-	#5	6	-	-	1	-

C. Pent 22 (Comp C.22)

1	-	-	#2	3	4	-	5	b6	bb7	-	-
-	1	b2	-	-	-	4	-	-	-	6	b7
-	7	1	-	-	-	3	-	-	-	#5	6
-	5	b6	-	-	-	1	-	-	-	3	4
-	b3	b4	-	-	-	b6	-	-	-	1	b2
-	2	b3	-	-	-	5	-	-	-	7	1

C. Pent 23 (Comp C.23)

1	-	2	b3	b4	-	b5	-	-	6	-	7
-	1	-	-	-	3	-	#4	5	-	6	-
-	#5/b6	-	-	-	1	-	2	b3	-	4	-
-	#4/b5	-	-	-	b7	-	1	b2	-	b3	-
-	4	-	-	-	6	-	7	1	-	2	-
-	b3	-	-	-	5	-	6	b7	-	1	-

C. Pent 24 (Comp C.24)

1	-	2	-	3	4	b5	-	b6	bb7	-	-
-	1	-	2	-	-	-	#4/b5	-	-	6	b7
-	b7	-	1	-	-	-	3	-	-	5	b6
-	#4	-	b6	-	-	-	1	-	-	#2	3
-	b3	-	4	-	-	-	6	-	-	1	b2
-	2	-	3	-	-	-	#5/b6	-	-	7	1

C. Pent 25 (Comp C.25)

1	-	-	#2	-	#3	#4	5	-	6	b7	-
-	1	b2	-	b3	-	-	-	5	-	-	b7
-	7	1	-	2	-	-	-	#4/b5	-	-	6
-	6	b7	-	1	-	-	-	3	-	-	5
-	4	b5	-	b6	-	-	-	1	-	-	b3
-	2	b3	-	4	-	-	-	6	-	-	1

Los complejos 26 a 35 generan pentatónicas **con saltos de dos tonos y *medio*** *(lo que equivale a un salto de cuarta).*

C. Pent 26 (Comp C.26)

-			-	-	-	-			-		-

C. Pent 27 (Comp C.27)

-	-			-	-		-			-	-

C. Pent 28 (Comp C.28)

-		-		-	-	-	-			-	

C. Pent 29 (Comp C.29)

-			-	-	-	-		-		-	

C. Pent 30 (Comp C.30)

-			-		-	-	-	-			-

C. Pent 31 (Comp C.31)

-			-	-		-	-	-	-		

C. Pent 32 (Comp C.32)

-	-			-	-	-	-		-		

C. Pent 33 (Comp C.33)

-		-		-	-	-	-		-		

C. Pent 34 (Comp C.34)

-			-	-	-	-		-	-		

C. Pent 35 (Comp C.35)

-	-		-		-			-		-	-

Los complejos 36, 37 y 38 **pentatónicas con un salto de tritono.**

C. Pent 36 (Comp C.36)

-			-		-	-	-	-	-		

C. Pent 37 (Comp C.37)

-		-			-	-	-	-	-		

C. Pent 38 (Comp C.38)

-			-	-	-	-	-		-		

Recordamos que **no hemos tenido en cuenta las posibilidades en las que se generan agrupaciones de más de dos semitonos seguidos.** Por enarmonía se pueden dar también otras posibilidades, pero van a encajar con alguna de las opciones que hemos desarrollado. *(Se puede dar el caso de utilizar una séptima disminuida en lugar de una sexta mayor, por ejemplo.)*

Este ejercicio nos permite además deducir las siguientes conclusiones:

1. Únicamente en los complejos pentatónicos 1 a 4 podemos obtener pentatónicas con saltos de máximo un tono y medio *(una tercera menor).*
2. De entre estos cuatro complejos, únicamente en el primero y en el segundo no se producen agrupaciones de dos semitonos seguidos.
3. De entre los complejos con saltos de dos tonos únicamente en el 9 no se producen agrupaciones de dos semitonos seguidos.

Cada escala pentatónica puede ser encajada en las diferentes escalas de siete notas que contengan sus cinco sonidos *(aunque sea por enarmonía).* Para utilizar y encajar escalas

pentatónicas podemos tomar como punto de partida modos de siete sonidos y omitir dos de sus intervalos. Evitando que los intervalos omitidos sean seguidos conseguimos evitar que se generen saltos de más de dos tonos *(siempre que la escala no contenga saltos de tercera aumentada)*

1 3 4 5 6	1 2 4 5 6	1 2 3 5 6	1 2 3 4 6
1 3 4 5 7	1 2 4 5 7	1 2 3 5 7	
1 3 4 6 7	1 2 4 6 7		
1 3 5 6 7			

En una escala de siete sonidos *(independientemente de las alteraciones que pudiera presentar cada intervalo)*, estas son las diez posibilidades que tenemos para formar pentatónicas omitiendo dos intervalos sin que estos sean consecutivos. Las cinco posibilidades en las que se omiten dos intervalos consecutivos son las siguientes:

1 4 5 6 7   1 2 5 6 7   1 2 3 6 7   1 2 3 4 7   1 2 3 4 5

COMPLEJOS HEXATÓNICOS

También las escalas de seis sonidos resultan interesantes y ofrecen múltiples posibilidades. Habitualmente cuando se menciona la escala hexátona nos referimos a la escala de tonos enteros, puesto que es la más común. Pero en realidad son posibles muchas otras opciones. Al igual que sucede con las escalas pentatónicas es posible generar escalas de seis notas simplemente por la omisión de intervalos en un modo de siete sonidos. Por la omisión de un sonido en una escala de siete notas (*independientemente de las alteraciones que pudiera presentar cada intervalo),* podemos obtener seis escalas hexatóninas diferentes:

1 2 3 4 5 6   *1 2 3 4 5 7*   *1 2 3 4 6 7*   *1 2 3 5 6 7*   *1 2 4 5 6 7*   *1 3 4 5 6 7*

Utilizando los tetracordos del capítulo 4.17 hemos desarrollado todas las escalas de seis sonidos que ponemos obtener **sin que se generen saltos de más de un tono y medio** y las hemos agrupado en sus respectivos complejos. Para ello hacemos coincidir los intervalos enarmónicos de cuarta y quinta de manera que los dos tetracordos de la escala queden solapados a través de este sonido que comparten por enarmonía.

#4=b5   4=bb5   ##4=5   b4=bbb5   ###4=#5

Una peculiaridad de los complejos hexatónicos es que las seis notas que no utilizamos dan lugar a otro complejo hexatónico *(ya que son doce los sonidos del sistema temperado).* Hemos tenido en cuenta este detalle en el orden establecido ubicando los complejos complementarios en paralelo.

Se complementan a sí mismas

C. Hex 1 *(Tonos enteros)*

1	-	2	-	3	-	#4b5	-	b6	-	b7	-
b7	-	1	-	2	-	3	-	#4b5	-	b6	-
b6	-	b7	-	1	-	2	-	3	-	#4b5	-
#4b5	-	b6	-	b7	-	1	-	2	-	3	-
3	-	#4b5	-	b6	-	b7	-	1	-	2	-
2	-	3	-	#4b5	-	b6	-	b7	-	1	-

-	1	-	2	-	3	-	#4b5	-	b6	-	b7
-	b7	-	1	-	2	-	3	-	#4b5	-	b6
-	b6	-	b7	-	1	-	2	-	3	-	#4b5
-	#4/b5	-	b6	-	b7	-	1	-	2	-	3
-	3	-	#4b5	-	b6	-	b7	-	1	-	2
-	2	-	3	-	#4b5	-	b6	-	b7	-	1

C. Hex 2 *(Medio tono-tono y medio)*

1	b2	-	-	3	4	-	-	#5	6	-	-
7	1	-	-	#2	3	-	-	5	b6	-	-
#5	6	-	-	1	b2	-	-	3	4	-	-
5	b6	-	-	7	1	-	-	#2	3	-	-
3	4	-	-	#5	6	-	-	1	b2	-	-
#2	3	-	-	5	b6	-	-	7	1	-	-

-	-	1	b2	-	-	3	4	-	-	#5	6
-	-	7	1	-	-	#2	3	-	-	5	b6
-	-	#5	6	-	-	1	b2	-	-	3	4
-	-	5	b6	-	-	7	1	-	-	#2	3
-	-	3	4	-	-	#5	6	-	-	1	b2
-	-	#2	3	-	-	5	b6	-	-	7	1

C. Hex 3

1	-	2	-	3	4	-	5	-	6	-	-
b7	-	1	-	2	b3	-	4	-	5	-	-
#5/b6	-	b7	-	1	b2	-	b3	-	4	-	-
5	-	6	-	7	1	-	2	-	3	-	-
4	-	5	-	6	b7	-	1	-	2	-	-
b3	-	4	-	5	b6	-	b7	-	1	-	-

-	1	-	2	-	-	4	-	5	-	6	b7
-	b7	-	1	-	-	b3	-	4	-	5	b6
-	5	-	6	-	-	1	-	2	-	3	4
-	4	-	5	-	-	b7	-	1	-	2	b3
-	b3	-	4	-	-	#5/b6	-	b7	-	1	b2
-	2	-	3	-	-	5	-	6	-	7	1

Se complementan con otros complejos de similares características

C. Hex 4 *(Tono y medio- medio tono- tono)*

1	-	-	#2	3	-	#4b5	-	-	6	b7	-
6	-	-	1	b2	-	b3	-	-	#4	5	-
b6	-	-	7	1	-	2	-	-	4	b5	-
#4b5	-	-	6	b7	-	1	-	-	#2	3	-
b3	-	-	#4	5	-	6	-	-	1	b2	-
2	-	-	4	b5	-	b6	-	-	7	1	-

C. Hex 5 *(Medio tono – Tono y medio- tono)*

-	1	b2	-	-	3	-	#4	5	-	-	b7
-	7	1	-	-	#2	-	4	b5	-	-	6
-	b6	bb7	-	-	1	-	2	b3	-	-	#4b5
-	#4	5	-	-	b7	-	1	b2	-	-	3
-	4	b5	-	-	6	-	7	1	-	-	#2
-	2	b3	-	-	#4b5	-	b6	bb7	-	-	1

C. Hex 6

1	-	2	-	3	-	#4b5	-	b6	-	-	7
b7	-	1	-	2	-	3	-	#4b5	-	-	6
b6	-	b7	-	1	-	2	-	3	-	-	5
b5	-	b6	-	b7	-	1	-	2	-	-	4
3	-	#4b5	-	b6	-	b7	-	1	-	-	#2
b2	-	b3	-	4	-	5	-	6	-	-	1

C. Hex 7

-	1	-	2	-	3	-	#4	-	#5	6	-
-	b7	-	1	-	2	-	3	-	#4	5	-
-	#5b6	-	b7	-	1	-	2	-	3	4	-
-	#4b5	-	b6	-	b7	-	1	-	2	b3	-
-	3	-	#4b5	-	b6	-	b7	-	1	b2	-
-	b3	-	4	-	5	-	6	-	7	1	-

C. Hex 8

1	-	2	-	3	-	#4	5	-	6	-	-
b7	-	1	-	2	-	3	4	-	5	-	-
#5b6	-	b7	-	1	-	2	b3	-	4	-	-
#4b5	-	b6	-	b7	-	1	b2	-	b3	-	-
4	-	5	-	6	-	7	1	-	2	-	-
b3	-	4	-	5	-	6	b7	-	1	-	-

C. Hex 9

-	1	-	2	-	3	-	-	5	-	6	b7
-	b7	-	1	-	2	-	-	4	-	5	b6
-	b6	-	b7	-	1	-	-	b3	-	4	b5
-	4	-	5	-	6	-	-	1	-	2	b3
-	b3	-	4	-	5	-	-	b7	-	1	b2
-	2	-	3	-	#4	-	-	6	-	7	1

C. Hex 10

1	-	2	b3	-	-	#4	5	-	-	b7	-
b7	-	1	b2	-	-	3	4	-	-	#5b6	-
6	-	7	1	-	-	#2	3	-	-	5	-
#4b5	-	b6	bb7	-	-	1	b2	-	-	3	-
4	-	5	b6	-	-	7	1	-	-	b3	-
2	-	3	4	-	-	#5	6	-	-	1	-

C. Hex 11

-	1	-	-	#2	3	-	-	5	b6	-	b7
-	6	-	-	1	b2	-	-	3	4	-	5
-	b6	-	-	7	1	-	-	#2	3	-	#4b5
-	4	-	-	#5	6	-	-	1	b2	-	b3
-	3	-	-	5	b6	-	-	7	1	-	2
-	2	-	-	4	b5	-	-	6	b7	-	1

C. Hex 12

1	-	2	b3	-	-	#4	5	-	6	-	-
b7	-	1	b2	-	-	3	4	-	5	-	-
6	-	7	1	-	-	#2	3	-	#4	-	-
#4b5	-	b6	bb7	-	-	1	b2	-	b3	-	-
4	-	5	b6	-	-	7	1	-	2	-	-
b3	-	4	b5	-	-	6	b7	-	1	-	-

C. Hex 13

-	1	-	-	#2	3	-	-	5	-	6	b7
-	6	-	-	1	b2	-	-	3	-	#4	5
-	b6	-	-	7	1	-	-	#2	-	4	b5
-	4	-	-	#5	6	-	-	1	-	2	b3
-	b3	-	-	#4	5	-	-	b7	-	1	b2
-	2	-	-	4	b5	-	-	6	-	7	1

C. Hex 14

1	-	2	b3	-	-	#4b5	-	-	6	b7	-
b7	-	1	b2	-	-	3	-	-	5	b6	-
6	-	7	1	-	-	b3	-	-	#4	5	-
#4b5	-	b6	bb7	-	-	1	-	-	#2	3	-
b3	-	4	b5	-	-	6	-	-	1	b2	-
2	-	3	4	-	-	#5b6	-	-	7	1	-

C. Hex 15

-	1	-	-	#2	3	-	#4	5	-	-	b7
-	bb7	-	-	1	b2	-	b3	b4	-	-	5
-	b6	-	-	7	1	-	2	b3	-	-	#4b5
-	#4b5	-	-	6	b7	-	1	b2	-	-	3
-	4	-	-	#5	6	-	7	1	-	-	b3
-	2	-	-	4	b5	-	b6	bb7	-	-	1

C. Hex 16

1	-	2	b3	-	4	b5	-	-	6	-	-
b7	-	1	b2	-	b3	b4	-	-	5	-	-
6	-	7	1	-	2	b3	-	-	#4	-	-
5	-	6	b7	-	1	b2	-	-	3	-	-
#4	-	#5	6	-	7	1	-	-	b3	-	-
#2	-	4	b5	-	b6	bb7	-	-	1	-	-

C. Hex 17

-	1	-	-	b3	-	-	#4	5	-	6	b7
-	6	-	-	1	-	-	#2	3	-	#4	5
-	b5	-	-	6	-	-	1	b2	-	b3	b4
-	4	-	-	#5b6	-	-	7	1	-	2	b3
-	b3	-	-	#4b5	-	-	6	b7	-	1	b2
-	2	-	-	4	-	-	#5	6	-	7	1

Con agrupaciones de tres semitonos seguidos *(izquierda)*
(Complementarias con salto de dos tonos sin agrupaciones de más de dos semitonos seguidos)

C. Hex 18

1	-	-	#2	-	#3	#4	5	-	6	-	-
6	-	-	1	-	2	b3	b4	-	b5	-	-
5	-	-	b7	-	1	b2	bb3	-	b4	-	-
#4	-	-	6	-	7	1	b2	-	b3	-	-
4			#5		#6	7	1	-	2	-	-
b3	-	-	#4	-	#5	6	b7	-	1	-	-

C. Hex 19

-	1	b2	-	b3	-	-	-	5	-	6	b7
-	7	1	-	2	-	-	-	#4	-	#5	6
-	6	b7	-	1	-	-	-	3	-	#4	5
-	4	b5	-	b6	-	-	-	1	-	2	b3
-	b3	b4	-	b5	-	-	-	b7	-	1	b2
-	2	b3	-	4	-	-	-	6	-	7	1

C. Hex 20

1	-	2	-	-	4	-	-	#5	6	b7	-
b7	-	1	-	-	b3	-	-	#4	5	b6	-
5	-	6	-	-	1	-	-	#2	3	4	-
b4	-	b5	-	-	6	-	-	1	b2	bb3	-
b3	-	4	-	-	#5b6	-	-	7	1	b2	-
2	-	3	-	-	5	-	-	#6	7	1	-

C. Hex 21

-	1	-	2	b3	-	4	b5	-	-	-	b7
-	b7	-	1	b2	-	b3	b4	-	-	-	b6
-	6	-	7	1	-	2	b3	-	-	-	5
-	5	-	6	b7	-	1	b2	-	-	-	4
-	#4	-	#5	6	-	7	1	-	-	-	3
-	2	-	3	4	-	5	b6	-	-	-	1

C. Hex 22

1	-	2	-	3	4	b5	-	-	6	-	-
b7	-	1	-	2	b3	b4	-	-	5	-	-
#5b6	-	b7	-	1	b2	bb3	-	-	4	-	-
5	-	6	-	7	1	b2	-	-	3	-	-
#4	-	#5	-	#6	7	1	-	-	b3	-	-
b3	-	4	-	5	b6	bb7	-	-	1	-	-

C. Hex 23

-	1	-	2	-	-	-	#4	5	-	6	b7
-	b7	-	1	-	-	-	3	4	-	5	b6
-	b5	-	b6	-	-	-	1	b2	-	b3	b4
-	4	-	5	-	-	-	7	1	-	2	b3
-	b3	-	4	-	-	-	6	b7	-	1	b2
-	2	-	3	-	-	-	#5	6	-	7	1

C. Hex 24

1	-	2	-	3	-	-	5	b6	bb7	-	-
b7	-	1	-	2	-	-	#3	#4	5	-	-
#5b6	-	b7	-	1	-	-	#2	3	4	-	-
4	-	5	-	6	-	-	1	b2	bb3	-	-
3	-	#4b5	-	b6	-	-	7	1	b2	-	-
b3	-	4	-	5	-	-	#6	7	1	-	-

C. Hex 25

-	1	-	2	-	3	4	-	-	-	6	b7
-	b7	-	1	-	2	b3	-	-	-	5	b6
-	b6	-	b7	-	1	b2	-	-	-	4	b5
-	5	-	6	-	7	1	-	-	-	3	4
-	b3	-	4	-	5	b6	-	-	-	1	b2
-	2	-	3	-	#4	5	-	-	-	7	1

C. Hex 26

1	-	2	-	-	4	-	5	b6	bb7	-	-
b7	-	1	-	-	#2	-	#3	#4	5	-	-
5	-	bb7	-	-	1	-	2	b3	b4	-	-
4	-	5	-	-	b7	-	1	b2	bb3	-	-
3	-	#4	-	-	6	-	7	1	b2	-	-
b3	-	4	-	-	#5	-	#6	7	1	-	-

C. Hex 27

-	1	-	2	b3	-	4	-	-	-	6	b7
-	b7	-	1	b2	-	b3	-	-	-	5	b6
-	6	-	7	1	-	2	-	-	-	#4	5
-	5	-	6	b7	-	1	-	-	-	3	4
-	b3	-	4	b5	-	b6	-	-	-	1	b2
-	2	-	3	4	-	5	-	-	-	7	1

C. Hex 28

1	-	-	#2	3	4	-	5	-	-	b7	-
bb7	-	-	1	b2	bb3	-	b4	-	-	5	-
b6	-	-	7	1	b2	-	b3	-	-	#4b5	-
5	-	-	#6	7	1	-	2	-	-	4	-
4	-	-	#5	6	b7	-	1	-	-	b3	-
2	-	-	#3	#4	5	-	6	-	-	1	-

C. Hex 29

-	1	b2	-	-	-	4	-	5	b6	-	b7
-	7	1	-	-	-	3	-	#4	5	-	6
-	5	b6	-	-	-	1	-	2	b3	-	4
-	4	b5	-	-	-	b7	-	1	b2	-	b3
-	3	4	-	-	-	6	-	7	1	-	2
-	2	b3	-	-	-	5	-	#6	b7	-	1

C. Hex 30

1	-	-	#2	3	4	-	-	#5	6	-	-
6	-	-	1	b2	bb3	-	-	4	b5	-	-
#5b6	-	-	7	1	b2	-	-	3	4	-	-
5	-	-	#6	7	1	-	-	#2	3	-	-
3	-	-	5	b6	bb7	-	-	1	b2	-	-
b3	-	-	#4	5	b6	-	-	7	1	-	-

C. Hex 31

-	1	b2	-	-	-	4	b5	-	-	6	b7
-	7	1	-	-	-	3	4	-	-	#5	6
-	5	b6	-	-	-	1	b2	-	-	3	4
-	#4	5	-	-	-	7	1	-	-	#2	3
-	b3	b4	-	-	-	b6	bb7	-	-	1	b2
-	2	b3	-	-	-	5	b6	-	-	7	1

C. Hex 32

1	b2	-	-	3	4	b5	-	-	6	-	-
7	1	-	-	#2	3	4	-	-	#5b6	-	-
#5	6	-	-	1	b2	bb3	-	-	4	-	-
5	b6	-	-	7	1	b2	-	-	3	-	-
#4	5	-	-	#6	7	1	-	-	b3	-	-
#2	3	-	-	5	b6	bb7	-	-	1	-	-

C. Hex 33

-	-	1	b2	-	-	-	4	b5	-	b6	bb7
-	-	7	1	-	-	-	3	4	-	5	b6
-	-	5	b6	-	-	-	1	b2	-	b3	b4
-	-	#4	5	-	-	-	7	1	-	2	b3
-	-	3	4	-	-	-	6	b7	-	1	b2
-	-	b3	b4	-	-	-	#5	6	-	7	1

<u>Con agrupaciones de cuatro semitonos seguidos</u> *(izquierda)*
<u>(Complementaria con saltos de dos tonos y medio)</u>

C. Hex 34

1	-	-	#2	3	4	b5	-	-	6	-	-
6	-	-	1	b2	bb3	bb4	-	-	b5	-	-
#5b6	-	-	7	1	b2	bb3	-	-	4	-	-
5	-	-	#6	7	1	b2	-	-	3	-	-
#4	-	-	##5	#6	7	1	-	-	b3	-	-
b3	-	-	#4	5	b6	bb7	-	-	1	-	-

C. Hex 35

-	1	b2	-	-	-	-	#4	5	-	6	b7
-	7	1	-	-	-	-	#3	#4	-	#5	6
-	b5	bb6	-	-	-	-	1	b2	-	b3	b4
-	4	b5	-	-	-	-	7	1	-	2	b3
-	b3	b4	-	-	-	-	6	b7	-	1	b2
-	2	b3	-	-	-	-	#5	6	-	7	1

Recordamos que hemos tomado como punto de partida los tetracordos desarrollados en el capítulo 4.18, lo que nos ha permitido obtener las posibilidades en las que no se generan saltos de más de un tono y medio. A partir del Complejo 18 los cuadros de la izquierda se corresponden con este procedimiento inicial, pero de manera complementaria desarrollamos a la derecha las posibilidades en las que se generan saltos de dos tonos *(dos tonos y medio en el 35)* sin que se generen agrupaciones de más de dos semitonos seguidos. Para completar el ejercicio desarrollamos a continuación las posibilidades en las que se generan **saltos de dos tonos y agrupaciones de tres semitonos seguidos.**

C. Hex 36

	-			-	-				-	-	-

C. Hex 37

-		-	-			-	-	-			

C. Hex 38

	-			-	-	-				-	-

C. Hex 39

-		-	-				-	-	-		

C. Hex 40

	-	-			-				-	-	-

C. Hex 41

-			-	-		-	-	-			

C. Hex 42



C. Hex 43



C. Hex 44



C. Hex 45



Se complementan a sí mismas

C. Hex 46



C. Hex 47



C. Hex 48



4.20 POLITONALIDAD Y POLIMODALIDAD

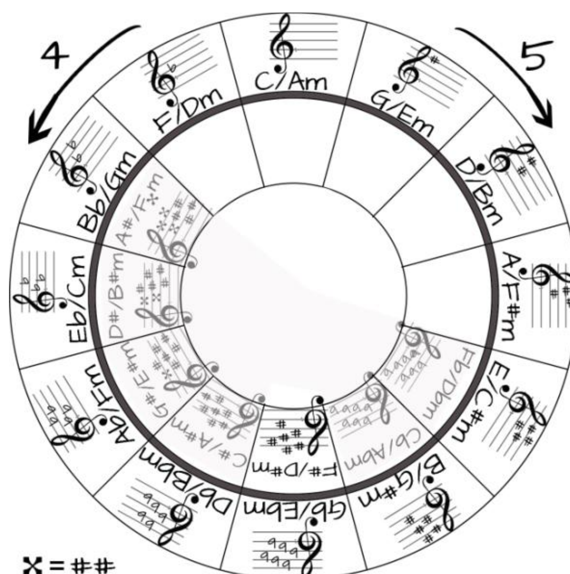
Politonalidad y **polimodalidad** son términos acuñados en las músicas contemporáneas de la primera mitad del siglo XX. **Politonalidad** es la técnica de establecer dos centros tonales simultáneos. **Polimodalidad** implica la combinación simultánea de diferentes modos sobre un mismo centro tonal. Es también posible la combinación de ambas.

El contexto histórico en el que se desarrollan se enmarca en un periodo caracterizado por la búsqueda de nuevas formas de expresión. El cromatismo post-romanticista y el retorno a las músicas modales de carácter folclórico y exótico conducen a la ruptura de las reglas clásicas establecidas durante el *"periodo de la práctica común".* La disonancia es explorada hasta sus últimas consecuencias y se alcanza lo que se ha definido como *"crisis de la tonalidad"*.

Shoenberg prefería emplear el término *"Politonal"* en lugar de *"Atonal"* para definir el estilo en el que componía con anterioridad al desarrollo de su *"Dodecafonismo"*. Stravinski alcanza gran maestría en la composición politonal. Se enmarca dentro del Neo-Clasicismo por su retorno a las formas clásicas, pero su música está fuertemente impregnada de métricas irregulares, elementos tradicionales y disonancias politonales.

Se atribuye a B. Bartòk el origen de la palabra "Polimodal". El estilo de Bartòk está fuertemente arraigado en los estudios folcloristas que realiza durante su juventud en compañía de su buen amigo Z.Kodaly. Bartòk combina ritmos y modos de las músicas tradicionales centro-asiáticas y de la Europa del Este con el estudio de las simetrías axiales del temperamento de doce sonidos. [1] No cree posible la percepción de dos centros tonales simultáneos. Bajo su punto de vista el oído humano selecciona uno de los centros tonales y ubica a partir de este todos los intervalos. Por ese motivo prefiere la construcción a partir de un solo centro tonal y generar disonancias mediante la combinación de melodías en diferentes modos hasta lograr la saturación cromática.

Las disonancias generadas al combinar dos tonalidades diferentes se rigen por la lógica de los círculos tonales. Dos tonalidades cercanas *(por ejemplo Do Mayor y Fa Mayor)* comparten prácticamente todas sus notas, por lo que el efecto de combinar ambas tonalidades simultáneamente puede generar un efecto más bien polimodal que politonal. No encontraremos disonancias muy significativas en un caso como este.



[1] El capítulo 5.5 está dedicado al estudio del sistema axial Bartòk

Un contraste notable y verdaderamente disonante lo vamos a encontrar al combinar centros tonales alejados medio tono o un tritono entre sí. *(Do Mayor con Sol Bemol Mayor o Do Mayor con Re Bemol Mayor, por ejemplo).* La alteración de cinco o seis sonidos de la escala va a generar disonancias de segunda menor y un efecto verdaderamente perturbador y sorprendente.

Es posible aplicar esta técnica de múltiples maneras diferentes. Una melodía puede ser acompañada por una armonización rebajada o aumentada un semitono, puede ser respondida por otra melodía en otra tonalidad, es posible incluso la generación de poliacordes que combinen subacordes propios de centros tonales distintos. [2]

La aplicación del enfoque polimodal contempla la posibilidad de emplear cualquier modo sobre el centro tonal establecido, no solo modos diatónicos, también modos de cualquier otro complejo. Las disonancias serán mayores cuantas más notas sean alteradas de la tonalidad original.

Tanto politonalidad como polimodalidad son empleados en el ámbito jazzístico para *"tocar fuera"* de la tonalidad. Permiten realizar rearmonizaciones muy interesantes, así como generar tensiones en la improvisación que son resueltas al retornar a la tonalidad original.

[2] En el capítulo 3.9 explicamos el concepto de poliacorde.

5. DODECAÍSMOS

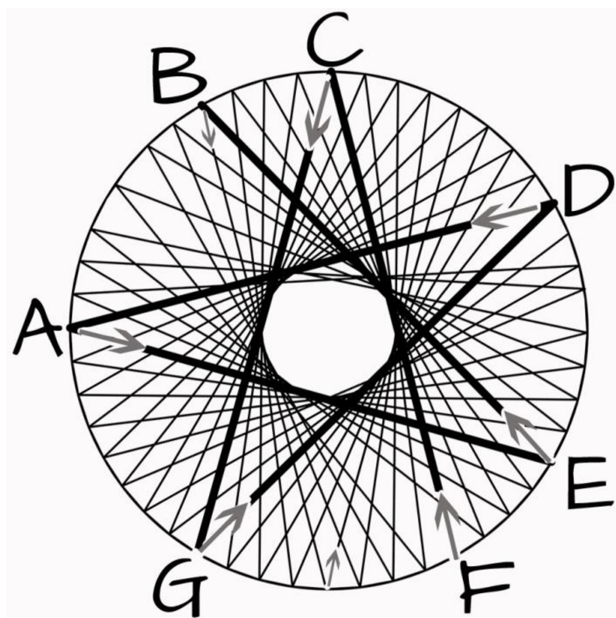
5.1- RECAPITULACIÓN DE CONCEPTOS PREVIOS

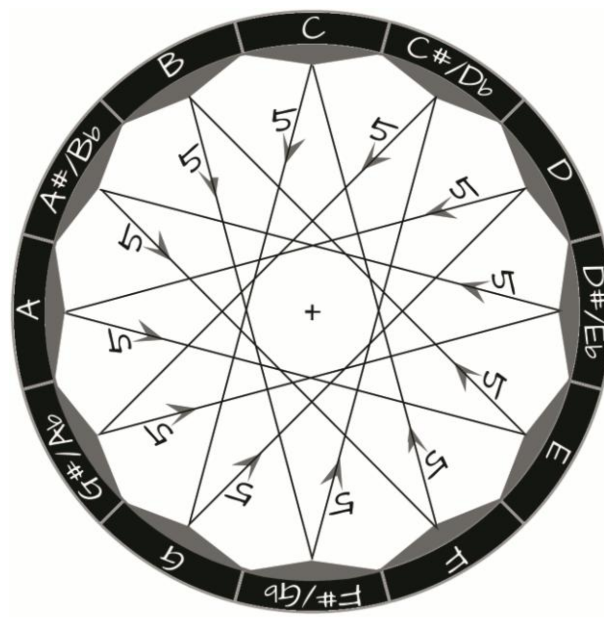
La consolidación del temperamento igual a lo largo del siglo XIX configura la estructuración de nuevos esquemas en la música occidental. El objetivo de esta quinta parte es reflejar las repercusiones que el modelo de doce sonidos ha tenido en esta nueva concepción.

Las principales consecuencias ya han sido analizadas a lo largo de este estudio, así que en este capítulo inicial haremos una recapitulación de los conceptos que hemos trabajado antes de seguir avanzando.

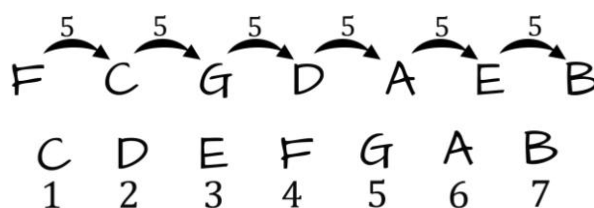
Como vimos en el **capítulo 1.5**, este sistema de afinación es establecido en los instrumentos de teclado para solventar los desajustes de los sistemas anteriores a la hora de tocar en cualquier tonalidad. La afinación pitagórica no era apta en algunas tonalidades debido a la incompatibilidad existente entre la serie de octavas y la de quintas justas. Con el círculo cerrado de quintas-cuartas temperadas se consigue solucionar el problema.

Quintas pitagóricas *Quintas temperadas*





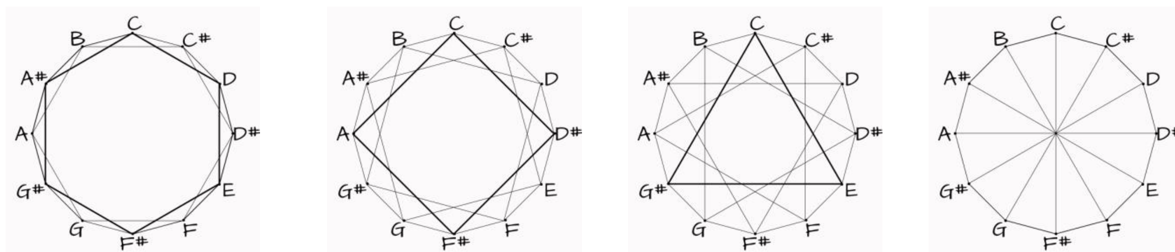
La escala diatónica se forma con las primeras siete notas de un círculo de quintas, de manera que el temperamento igual hace posible la práctica tonal estable desde cualquier tonalidad en un sistema cerrado y equilibrado de doce sonidos.



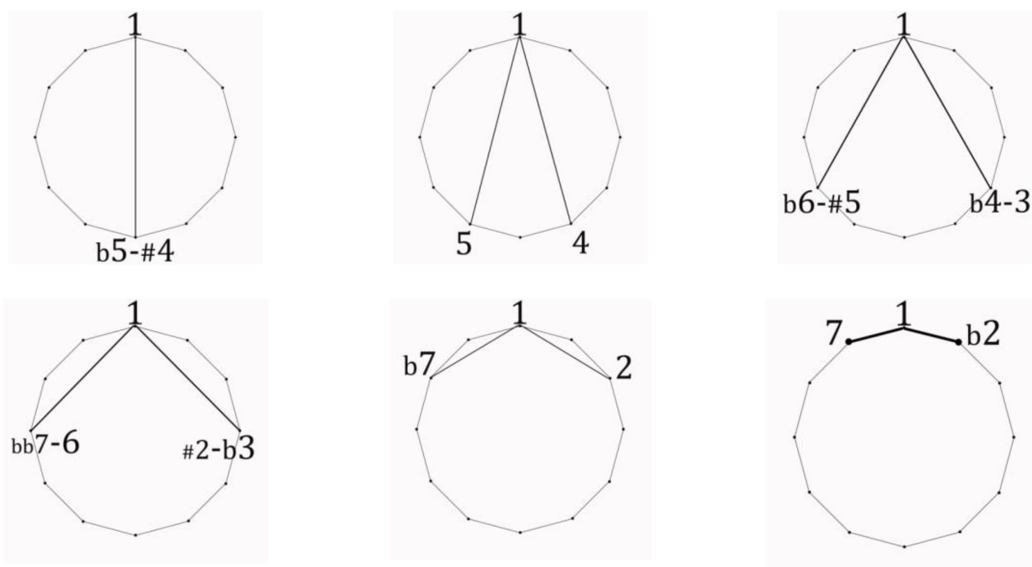
Esta es precisamente su consecuencia primera y más inmediata. La posibilidad de modular hacia cualquier otra tonalidad es explorada en busca de nuevas sonoridades.

La utilización de cromatismos provoca el uso cada vez más frecuente de los doce sonidos y se hace necesario incorporar nuevos modelos que justifiquen el manejo de la escala cromática. La politonalidad, la música atonal y el dodecafonismo serán también consecuencia claramente de esta indagación.

En el **capítulo 1.7** estudiamos cómo los doce sonidos del temperamento igual se distribuyen geométricamente conformando un polígono regular de doce vértices. Este dodecágono puede descomponerse a su vez en dos hexágonos, tres cuadrados, cuatro triángulos equilateros o en seis diagonales principales, lo que explica la formación de escalas hexátonas, tetradas disminuidas, triadas aumentadas y tritonos *(respectivamente).*



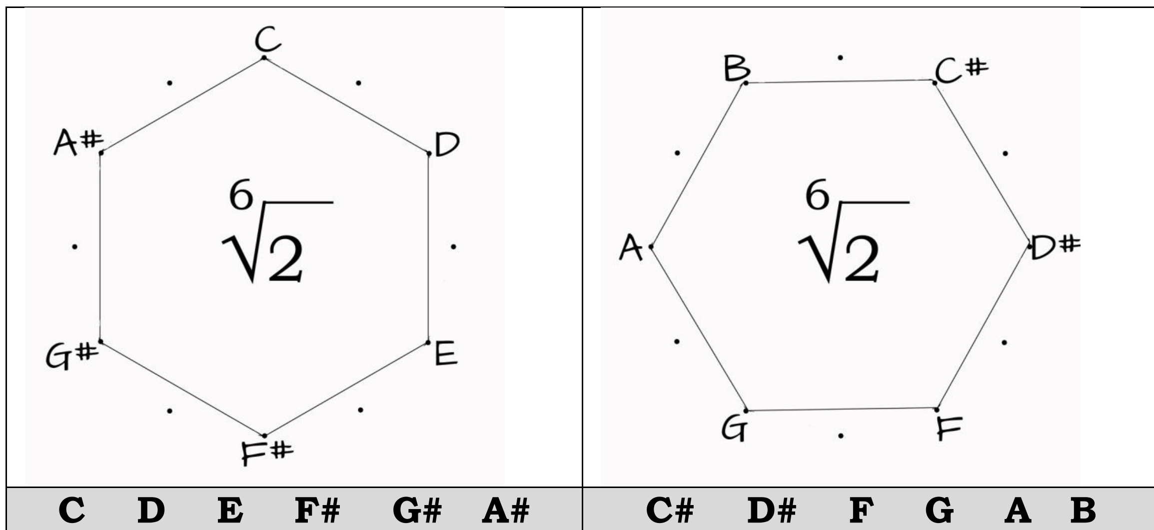
Los intervalos complementarios ponen de manifiesto la simetría propia de un dodecágono dividido por la mita a través del eje existente entre la nota fundamental y su intervalo de tritono.



Es por lo tanto intrínseca a la naturaleza del modelo temperado una nueva concepción geométrica de la armonía, que ha servido de inspiración a impresionistas, nacionalistas y serialistas entre otros. Las escalas simétricas y los modos de transposición limitada, la armonía en espejo o la creación de series dodecafónicas están fundamentadas en esta visión, que aporta una concepción de la música al margen del desarrollo tonal y funcional propio de la *"práctica común".*

5.2- HEXÁTONA DE TONOS ENTEROS

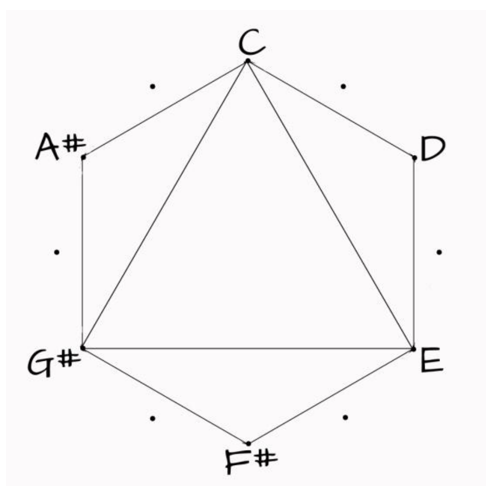
Se forma con seis sonidos separados a distancia de un tono. Se obtiene a partir de uno de los dos hexágonos contenidos en el temperamento igual.

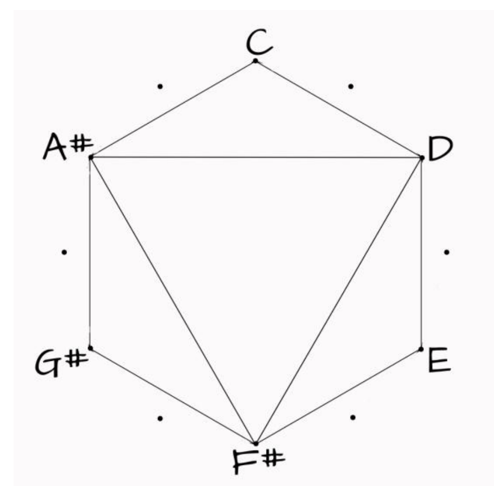


Solamente son posibles estas dos opciones para la formación de la escala de tonos, independientemente del sonido que defina el centro tonal *(si es que lo hay*) y de los posibles nombres que por enarmonía utilicemos para cada sonido en un determinado contexto armónico. Esto además va a depender de las diferentes opciones para su cifrado interválico.

C	D	E	F#	G#	A#
1	2	3	#4	#5	#6
b7	1	2	3	#4	#5
b6	b7	1	2	3	#4
b5	b6	b7	1	2	3
b4	b5	b6	b7	1	2
bb3	b4	b5	b6	b7	1

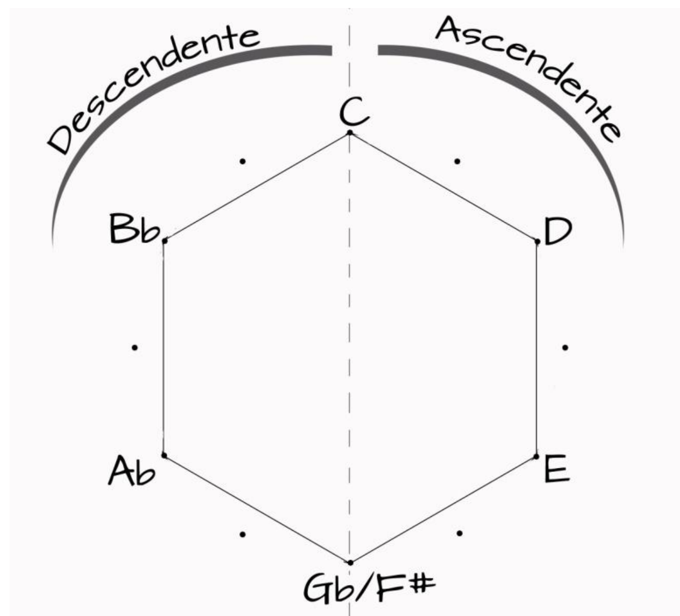
Cada hexágono contiene a su vez dos triángulos equiláteros. Por esta razón es posible desplegar una **triada aumentada** a partir de cada nota de la escala. *(Aunque en algunos casos aparezca con cuarta disminuida o sexta menor en lugar de tercera mayor y quinta aumentada).*





C	D	E	F#	G#	A#
1	-	3	-	#5	-
	1		3		#5
b6	-	1	-	3	-
	b6		1		3
b4	-	b6	-	1	-
	b4		b6		1

La escala de tonos se incluye entre las denominadas "***escalas simétricas***" por ser su disposición interválica similar en sentido ascendente y descendente.



Intervalos descendentes						Intervalos ascendentes				
D	E	Gb	Ab	Bb	C	D	E	F#	Ab	Bb
b7	b6	#4	3	2	1	2	3	#4	b6	b7

En el **ámbito tonal-funcional**, es común emplear la escala de tonos sobre un acorde de **dominante**, ya que encaja a la perfección en un acorde alterado.

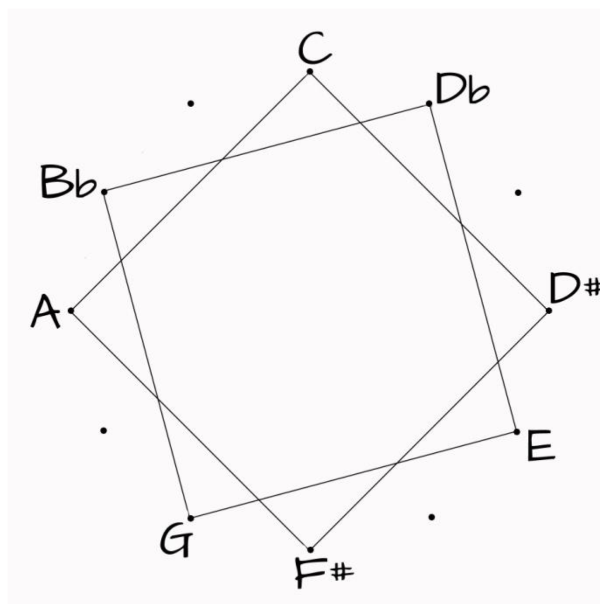
C Alt					
C	**E**	**G#**	**Bb**	**D**	**F#**
1	3	#5	b7	9	#11

Otra opción es emplearla sobre un acorde **menor con séptima mayor**, puesto que encaja también en el complejo **Napolitana Mayor**, como vimos en el capítulo 4.19.

Cm (maj7)						
C	Db	**Eb**	F	**G**	A	**B**
1	b2	**b3**	4	**5**	6	**7**
-	**1**	**2**	**3**	**#4**	**#5**	**#6**

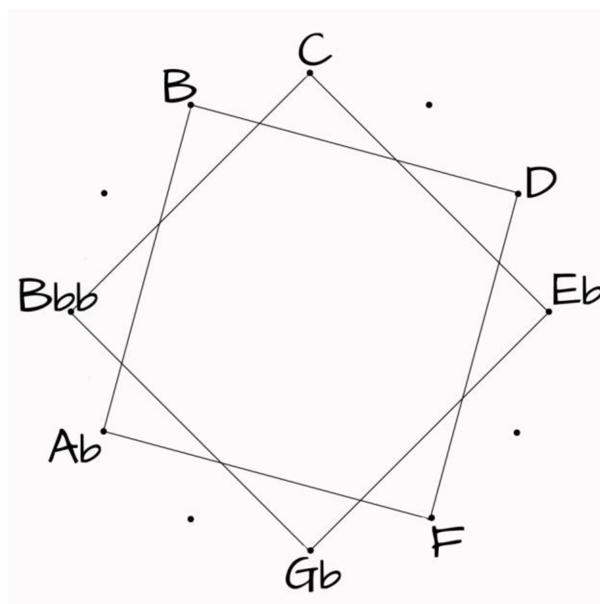
5.3- OCTÓFONA DISMINUIDA

Esta escala de ocho sonidos se obtiene por la omisión de uno de los tres cuadrados del dodecágono. La combinación de los otros dos hace posible desplegar la **tetrada disminuida** a partir de cada sonido de la escala *(por enarmonía).*



C	Db	D#	E	F#	G	A	Bb
1	b2	#2	3	#4	5	6	b7

Como se aprecia en el gráfico, se alternan saltos de un semitono y de un tono en la escala. Comenzando por el salto de un tono obtenemos otra distribución interválica diferente.



C	D	Eb	F	Gb	Ab	Bbb	B
1	2	b3	4	b5	b6	bb7	7

Para diferenciar una de la otra, lo habitual es especificar el orden de los dos primeros saltos. *("Semitono-tono" para el primer caso y "Tono-semitono" para el segundo).*

Al igual que sucede con las escalas hexáfonas, el diseño heptatónico del cifrado interválico provoca que sea posible cifrar estas escalas de varias maneras diferentes, aunque enarmónicas entre sí. En este caso, al tratarse de escalas con ocho sonidos es necesario que algún número defina dos sonidos de la escala.

Por ese motivo para la escala *"Semitono-tono"* empleamos dos intervalos de segunda *(b2 y #2)* y para la *"Tono-semitono"* dos intervalos de séptima *(bb7 y 7)*. Aunque son posibles otros cifrados diferentes.

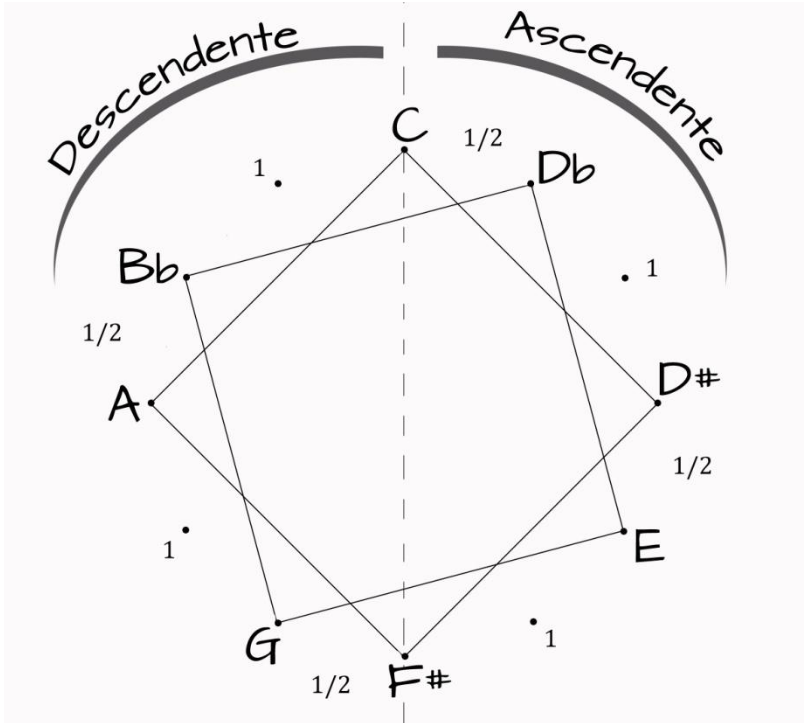
1	b2	#2	3	#4	5	6	b7
1	b2	**b3**	**3**	#4	5	6	b7
1	b2	b3	**bb4**	**#4**	5	6	b7
1	b2	b3	bb4	**b5**	**5**	6	b7
1	b2	b3	bb4	b5	**bb6**	**6**	b7
1	b2	b3	bb4	b5	bb6	**bb7**	**b7**

1	2	b3	4	b5	b6	bb7	7
1	2	b3	4	b5	**b6**	**6**	7
1	2	b3	4	**b5**	**#5**	6	7
1	2	b3	**4**	**#4**	#5	6	7
1	2	**b3**	**#3**	#4	#5	6	7
1	**2**	**#2**	#3	#4	#5	6	7

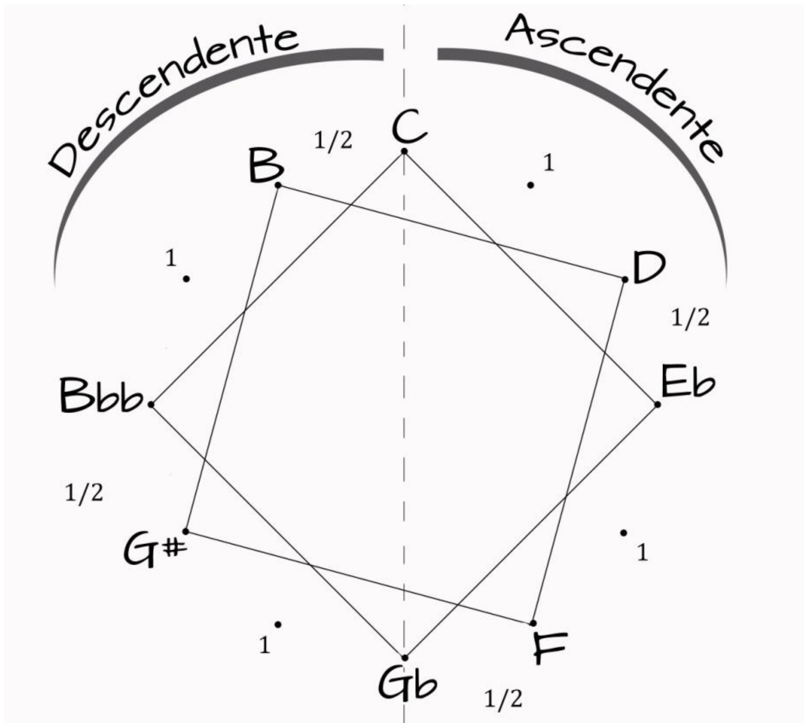
Lo que resulta inequívoco es que ambas disposiciones *("Semitono-tono" y "Tono-semitono")* es posible desplegarlas desde cada sonido de la escala de manera alterna.

C	Db	D#	E	F#	G	A	Bb	C'	Db'	D#'	E'	F#'	G'	A'	Bb'
X	1/2	T	1/2	T	1/2	T	1/2	T	*Semitono-tono*						
	X	T	1/2	T	1/2	T	1/2	T	1/2	***Tono-semitono***					
		X	1/2	T	1/2	T	1/2	T	1/2	T	*Semitono-tono*				
			X	T	1/2	T	1/2	T	1/2	T	1/2	***Tono-semitono***			
				X	1/2	T	1/2	T	1/2	T	1/2	T	*Semitono-tono*		
				Tono-semitono	X	T	1/2	T	1/2	T	1/2	T	1/2		
					Semitono-tono	X	1/2	T	1/2	T	1/2	T	1/2	T	
						Tono-semitono	X	T	1/2	T	1/2	T	1/2	T	1/2

Estas dos disposiciones son además simétricas entre sí. Los intervalos en sentido descendente de una equivalen a la otra en sentido ascendente.

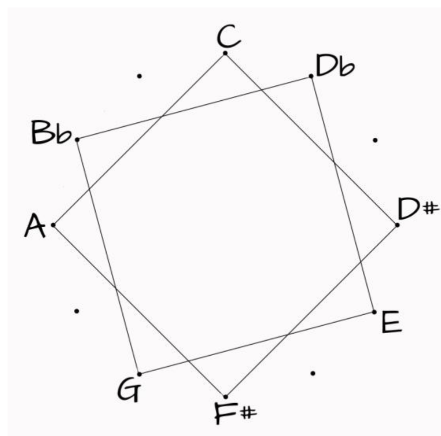


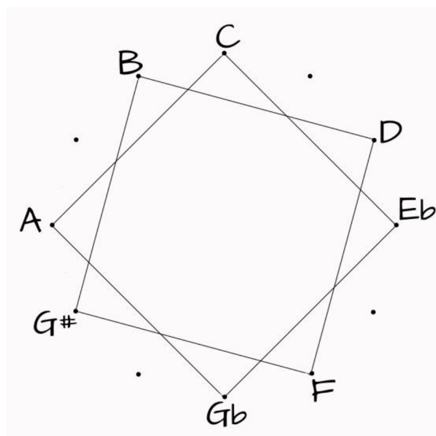
Descendentes							C'	Ascendentes						
Db	D#	E	F#	G	A	Bb		Db'	D#'	E'	F#'	G'	A'	Bb'
T	1/2	T	1/2	T	1/2	T	X	1/2	T	1/2	T	1/2	T	1/2
Tono-semitono								*Semitono-tono*						

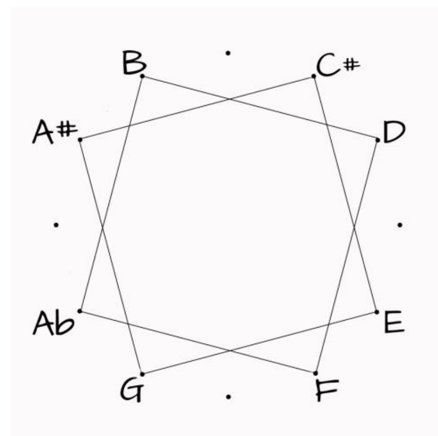


Descendentes							C'	Ascendentes						
D	Eb	F	Gb	G#	Bbb	B		D'	Eb'	F'	Gb'	G#'	Bbb	B'
1/2	T	1/2	T	1/2	T	1/2	X	T	1/2	T	1/2	T	1/2	T
Semitono-tono								*Tono-semitono*						

En el temperamento igual disponemos de tres combinaciones diferentes para generar estas escalas octófonas *(con independencia de sus posibles nomenclaturas).*





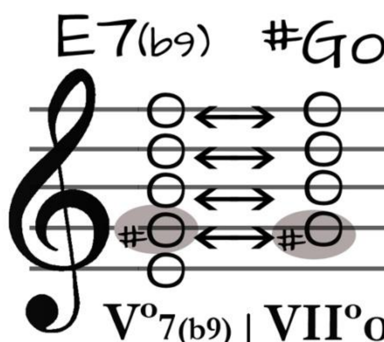


En el **ámbito funcional**, la escala ***"Semitono-tono"*** es empleada como **dominante** *(con resolución sobre un acorde menor, principalmente)*, dado que encaja a la perfección en un acorde mayor con séptima menor y novena menor.

C 7 (b9,#11,13)						
C	**E**	**G**	**Bb**	**Db**	**F#**	**A**
1	**3**	**5**	**b7**	**b9**	**#11**	**13**

La opción ***"Tono-semitono"*** es más apropiada como alternativa para los **disminuidos de paso**. Estos acordes sustituyen a los dominantes de los tres acordes menores de la tonalidad *(Vº/IIº, Vº/IIIº y Vº/VIº)*, como tuvimos ocasión de estudiar en el capítulo 4.14.

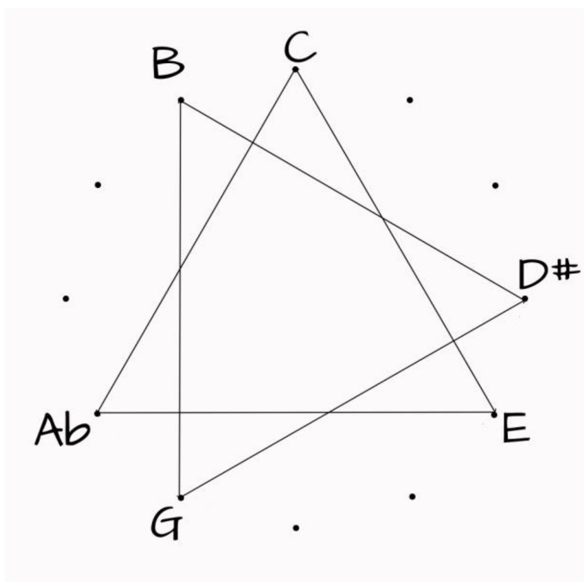
La escala octófona funciona muy bien para estos casos simplificando la compleja variedad de escalas que estudiamos en aquel capítulo. La relación entre acorde de séptima *("Semitono-tono")* y disminuido *("Tono-semitono")* encaja de manera idéntica a como lo hacen los grados Vº7 y VIIºO en la tonalidad menor. De ahí que podamos emplear la octófona como alternativa.



	Vº7(b9)	VIIºo
Complejo Armónica Menor	Frigio mayor 1 b2 3 4 5 b6 b7 E F G# A B C D	Locrio b4 bb7 1 b2 b3 b4 b5 b6 bb7 G# A B C D E F
Octófona	Semitono-tono 1 b2 #2 3 #4 5 6 b7 E F F## G# A# B C# D	Tono-semitono 1 2 b3 4 b5 b6 bb7 7 G# A# B C# D E F F##

5.4- HEXATÓNICA TONO Y MEDIO - SEMITONO

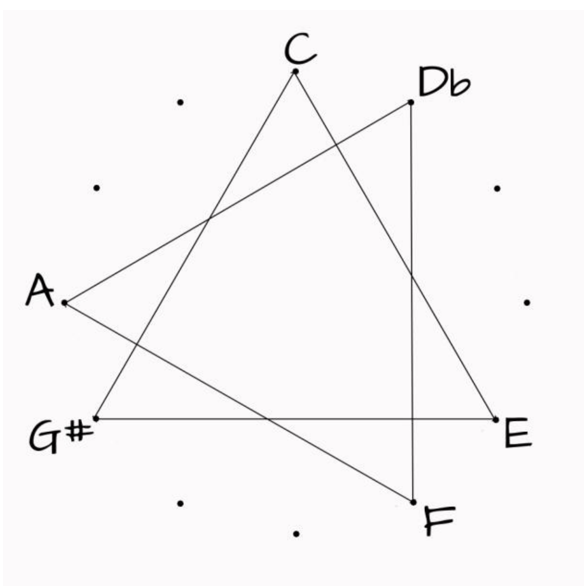
Otra escala de seis sonidos, aunque no tan común, se obtiene alternando saltos de tono y medio con saltos de semitono. Tenemos como resultado la combinación de dos triángulos equiláteros consecutivos del dodecágono y la omisión de los otros dos siguientes. Por lo tanto, al igual que en la hexátona de tonos enteros nos entra una triada aumentada a partir de cada nota de la escala.



C #5 C maj7 Cm (maj7)					
C	D#	E	G	Ab	B
1	#2	3	5	b6	7

La escala encaja también en un acorde mayor con séptima mayor y en un acorde menor con séptima mayor (*entendiendo el intervalo de segunda aumentada como tercera menor*) por lo que es posible utilizarla tanto sobre estos acordes como sobre una triada aumentada.

Es posible invertir el orden de los saltos y comenzar por el intervalo de semitono. Entonces obtenemos otra distribución interválica diferente.



C	Db	E	F	G#	A
1	b2	3	4	#5	6

Al igual que sucede en la octófona disminuida, estas dos distribuciones interválicas son simétricas entre sí. Los intervalos en sentido descendente de una dan como resultado la otra en sentido ascendente *(por enarmonía).*

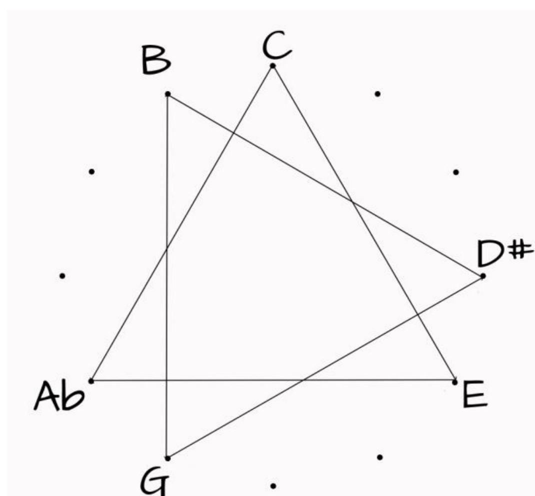
Intervalos descendentes						**Intervalos ascendentes**				
D#	**E**	**G**	**Ab**	**B**	**C**	**D#**	**E**	**G**	**Ab**	**B**
bb7	**b6**	4	3	b2	**1**	#2	3	5	b6	7
6	#5	4	3	b2						

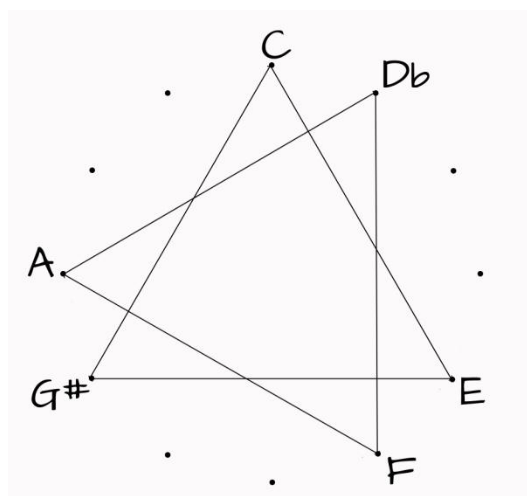
Las dos escalas se alternan enarmónicamente a partir de cada nota del complejo.

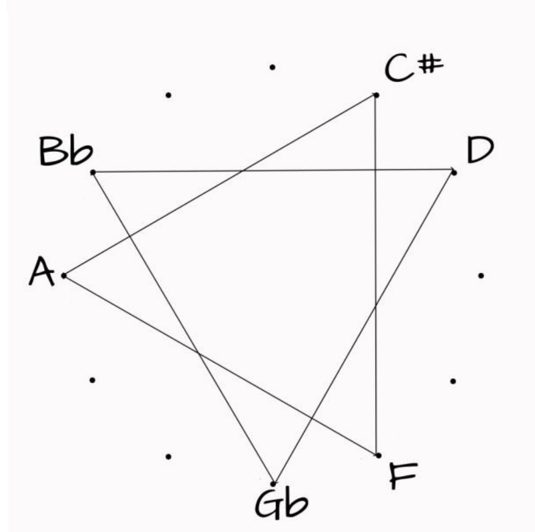
C	**D#**	**E**	**G**	**Ab**	**B**
1	#2	3	5	b6	7
b6	7	**1**	**b3**	**b4**	5
3	**##4**	**#5**	7	1	#2

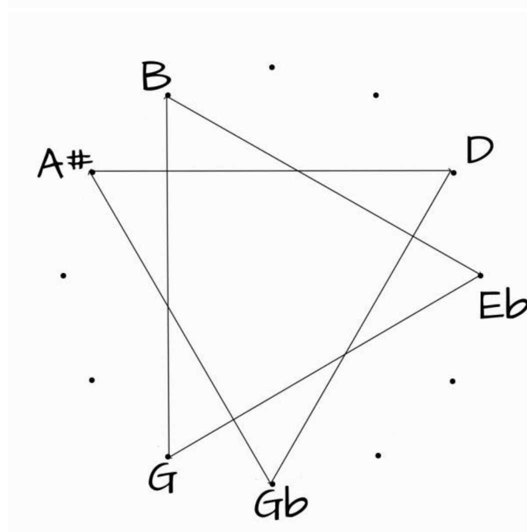
C	**D#**	**E**	**G**	**Ab**	**B**
bb7	1	b2	**b4**	**bb5**	**b6**
4	#5	6	1	b2	3
b2	3	4	**b6**	**bb7**	**1**

Independientemente del nombre que utilicemos para cada nota, existen cuatro combinaciones posibles para generar estas escalas.









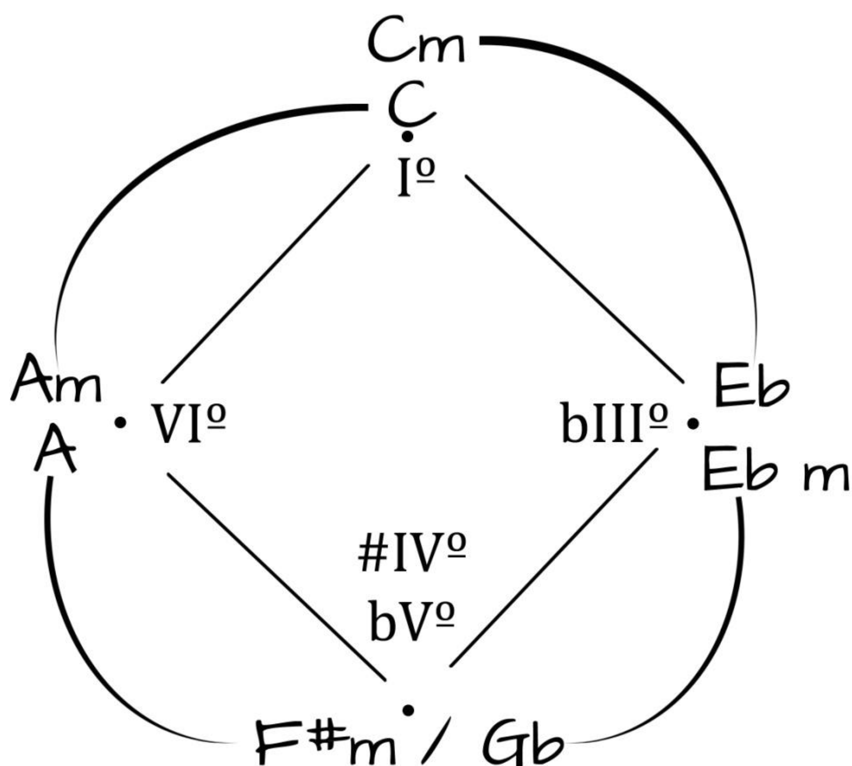
5.5- SISTEMA AXIAL BARTÓK

Verdaderamente Bartók no publicó en vida ningún tratado de armonía en el que expusiera este sistema compositivo. **Ernö Lendvai** realizó un análisis exhaustivo de las composiciones de Bartók y es quien lo formula en sus publicaciones sobre teoría musical.

Esta visión supone una ampliación de la música tonal basada en las funciones de tónica, dominante y subdominante, incorporando elementos geométricos de la afinación temperada y la modulación a las veinticuatro tonalidades mayores y menores.

Lendvai establece como **triadas con función de tónica** el primer grado mayor y menor ***(Iº y Iºm)***, el relativo menor del primer grado y su homónimo mayor ***(VIºm y VIº)***, el relativo mayor del primero y su homónimo menor ***(bIIIº y bIIIºm)*** y los relativos derivados del sexto grado y del tercero menor, que se sitúan a distancia de tritono con respecto al primero.***(#IVºm y bVº)***.

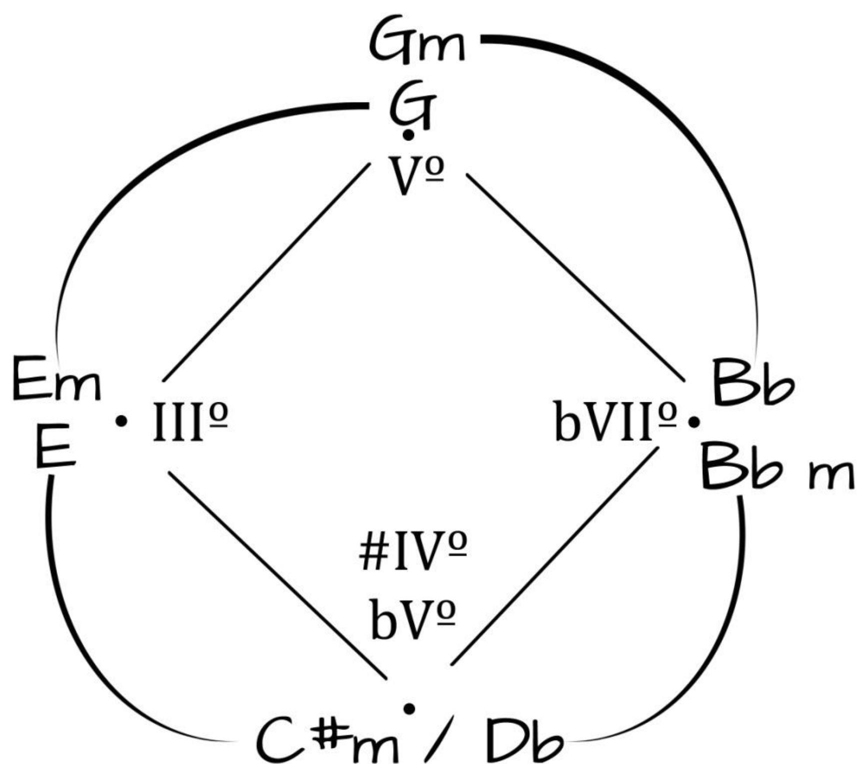
Acordes con función de tónica



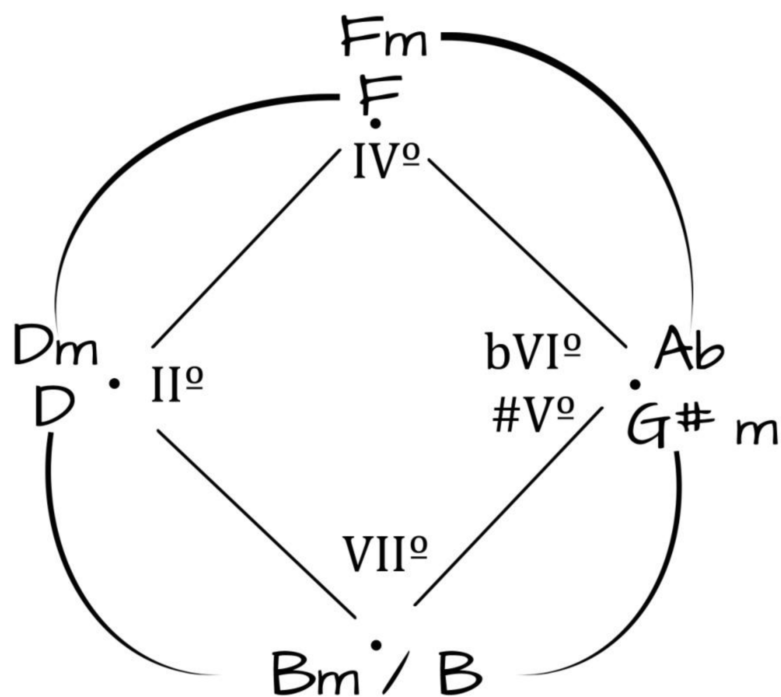
Estos cuatro grados se ubican entre sí a distancia de terceras menores conformando el cuadrado propio de una tetrada disminuida. Según Lenvai podemos realizar sustituciones entre estos ocho acordes para desarrollar la función tonal de la tónica. El primer grado *(al que denomina "polo")* es el más estable. Su tritono *(#IVº/bVº, al que denomina "contrapolo")* es el que adquiere mayor contraste de los cuatro.

Realizando el mismo procedimiento a partir del **quinto grado** obtenemos los ocho acordes correspondientes a la función de **dominante**. Para los acordes de **subdominante**, repetimos la operación a partir del **cuarto grado**.

Acordes con función de dominante

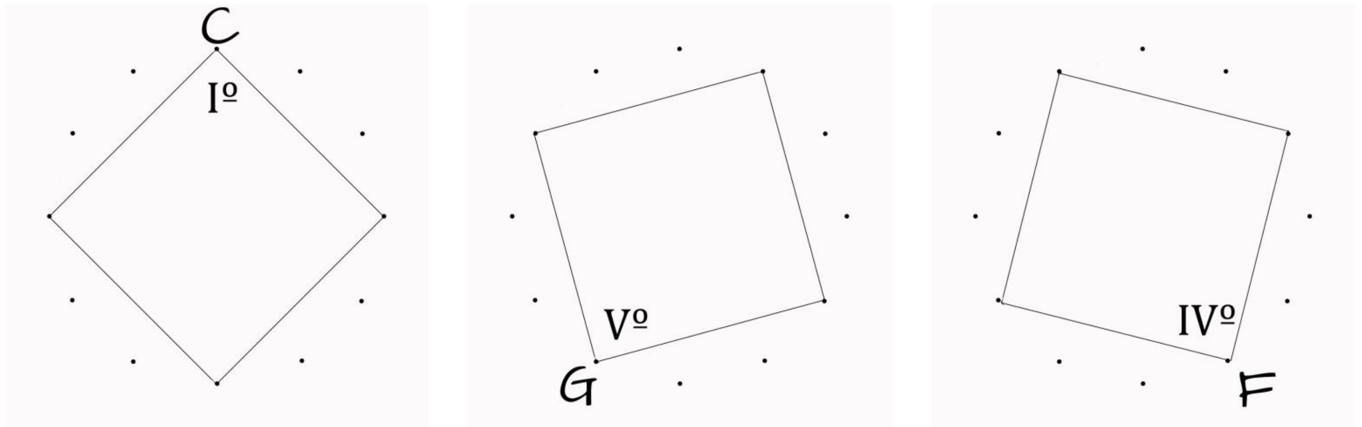


Acordes con función de subdominante

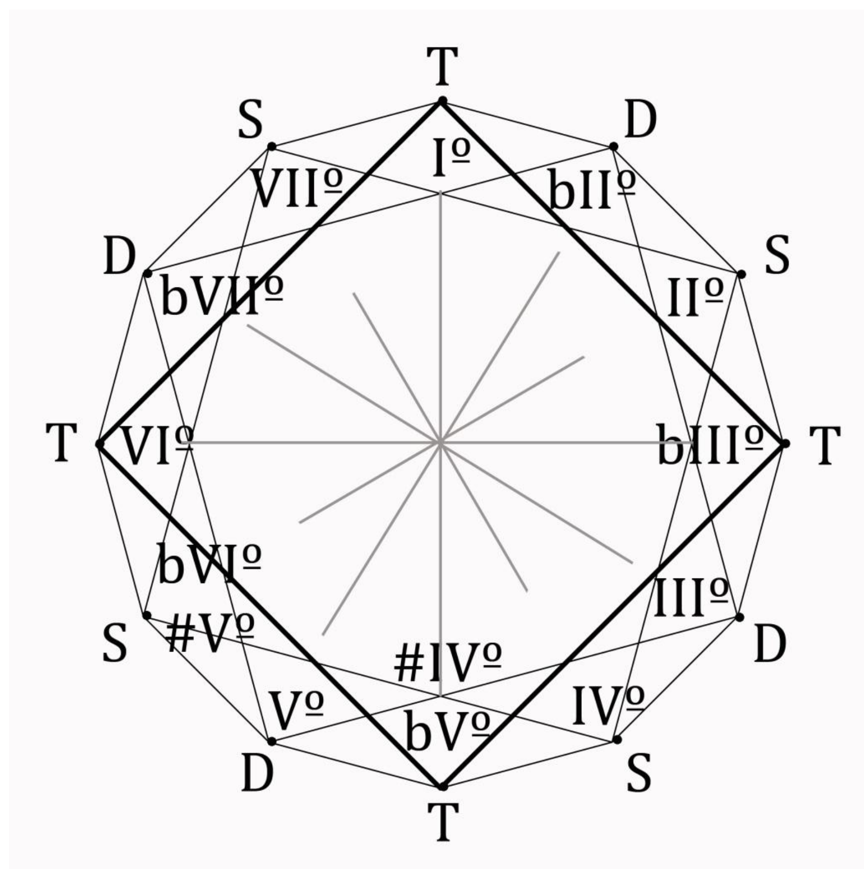


De este modo, las veinticuatro triadas mayores y menores quedan ordenadas en tres grupos de ocho acordes, correspondientes a los tres cuadrados contenidos en nuestro dodecágono musical.

Esto es posible por la ubicación de los grados primero, cuarto y quinto, ya que cada uno de ellos está contenido en uno de los vértices de cada cuadrado.

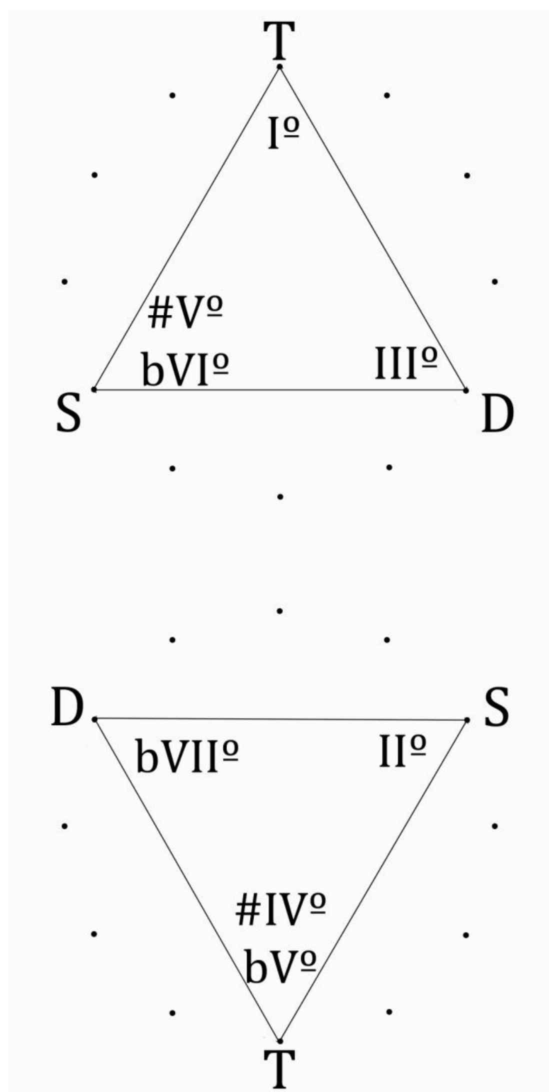


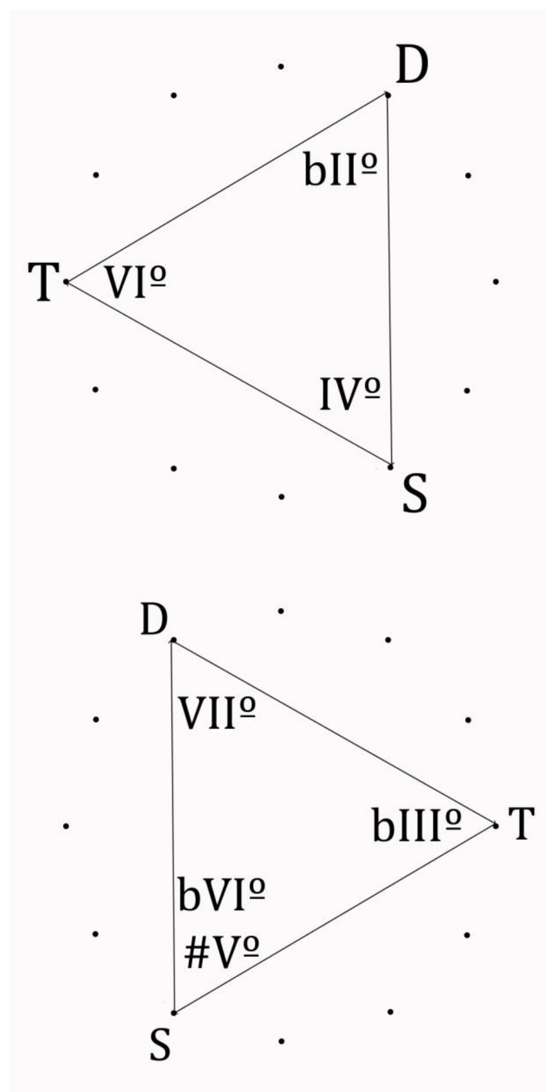
Superponiendo los tres cuadrados, apreciamos como se repite la secuencia tónica, dominante, subdominante por orden cromático ascendente.

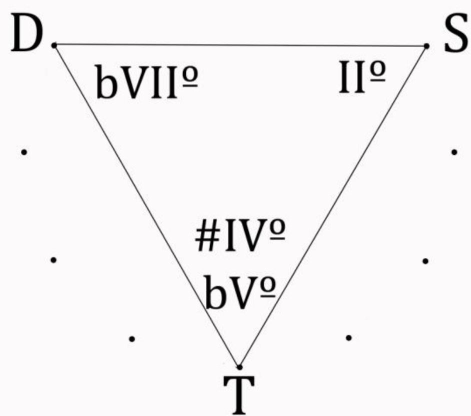


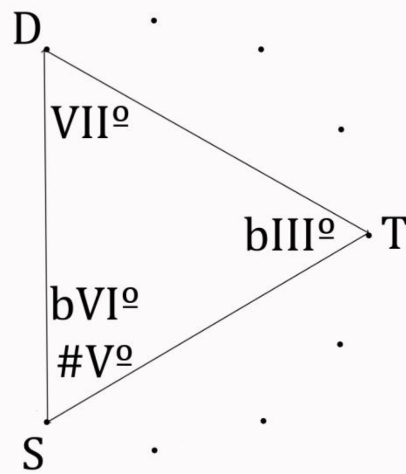
Esta catalogación no responde únicamente a las triadas asociadas, sino que además establece un orden jerárquico para la modulación a todas las tonalidades *(especialmente en el caso de los acordes que no están contenidos en el modelo diatónico).* Cabe incluso la posibilidad de utilizar cualquier modo que encaje en la triada correspondiente. Un motivo melódico puede ser desarrollado en una progresión a lo largo de varias tonalidades con modulaciones abruptas y aun así respetar las funciones tonales para finalmente regresar al primer grado, que ejerce su campo gravitatorio en torno a todo el sistema por ser la tonalidad principal.

Al descomponer el dodecágono en los cuatro triángulos equiláteros que contiene apreciamos que aparecen las tres funciones tonales asociados a cada vértice en todos ellos.







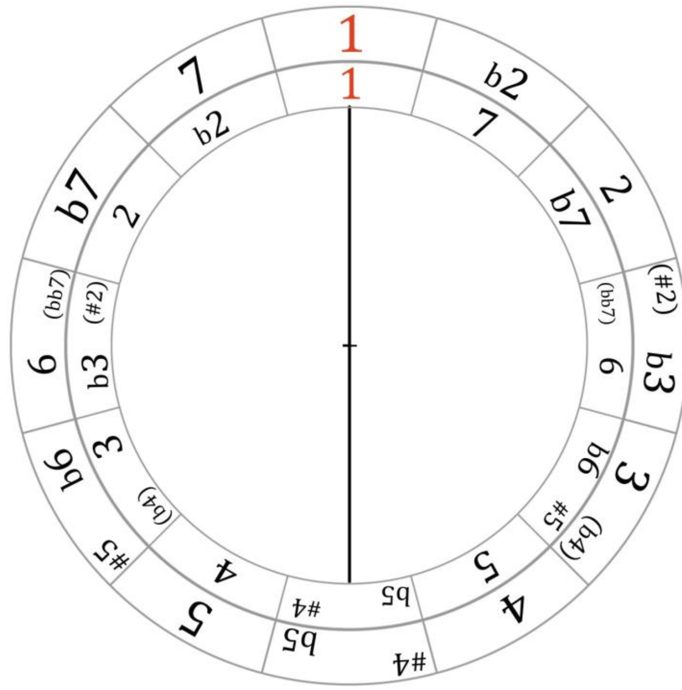


Las progresiones con modulaciones tritonales o bien por terceras mayores o menores son muy comunes, tanto en la música tonal como en la atonal. No tienen por qué responder a la lógica funcional que establece Lendvai, pero es cierto que este sistema aporta un equilibrio. Las relaciones entre acordes relativos le dan consistencia al modelo y se sienten las funciones tonales cuando se trabaja con este enfoque.

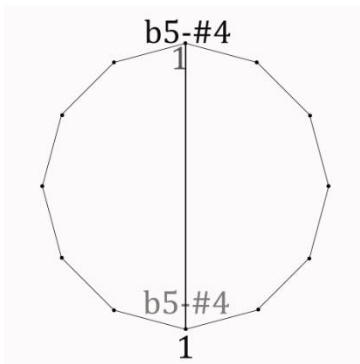
En esta línea *(sin pretender afirmar que encaja adrede dentro del modelo)* son muy populares los *"Coltrane Changes"* o *"Cambios Coltrane"*. En su famoso tema *"Giant Steps"*, John Coltrane establece tres centros tonales a distancia de tercera mayor enlazados mediante progresiones IIº-Vº-Iº.

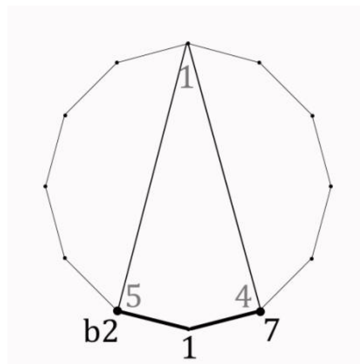
5.6- ARMONÍA EN ESPEJO

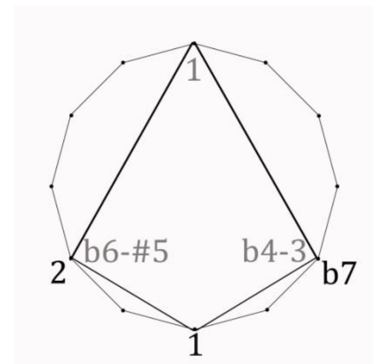
El concepto de la **armonía en espejo** se basa en la utilización de las simetrías generadas a partir del eje entre una nota y su intervalo de tritono. Como vimos en el capítulo 2.2 esta simetría se produce entre intervalos ascendentes y descendentes y explica la vinculación entre complementarios.

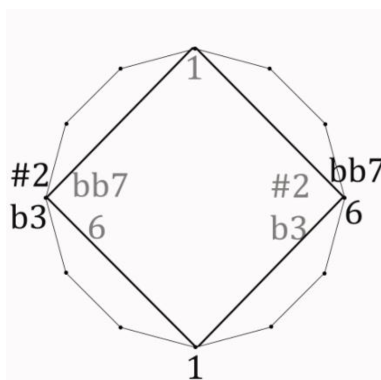


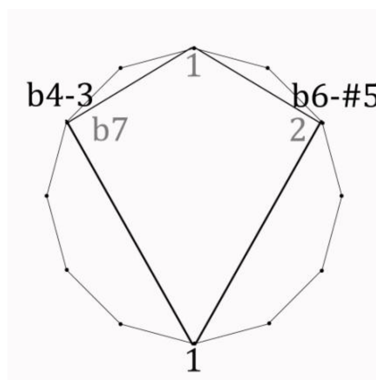
Además, como vimos en el capítulo 2.7, dos sonidos a distancia de tritono comparten todos sus complementarios, peculiaridad básica en la concepción de este intervalo como eje para generar simetrías.

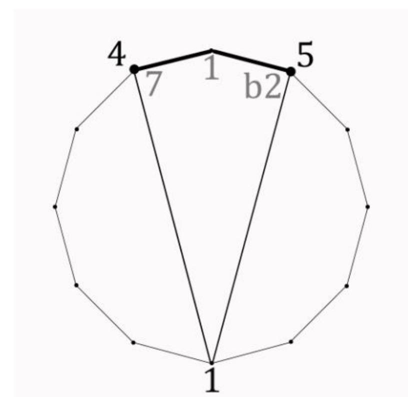










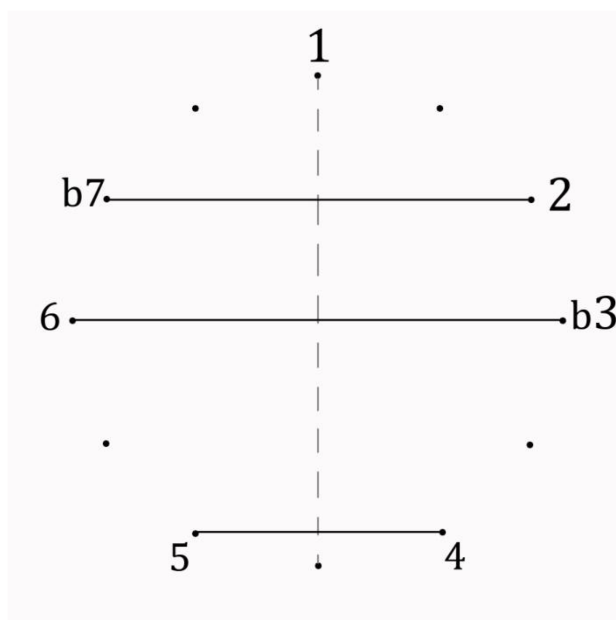


La relación complementaria se da también entre la serie armónica y la serie subarmónica y se explica por la inversión matemática de sus proporciones con respecto a la raíz.

Serie armónica	C	C	G	C	E	G	Bb	C	D	E	F#	G	Ab	Bb	B	C
Intervalo	**1**	**8**	**5**	**8**	**3**	**5**	**b7**	**8**	**2**	**3**	**#4**	**5**	**b6**	**b7**	**7**	**8**
Posición	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Inversión	**1**	**8**	**4**	**8**	**b6**	**4**	**2**	**8**	**b7**	**b6**	**b5**	**4**	**3**	**2**	**b2**	**8**
Serie subarmónica	C	C	F	C	Ab	F	D	C	Bb	Ab	Gb	F	E	D	Db	C

Intervalos serie armónica				**Inversiones serie subarmónica**		
Intervalo	**Nota**	**Proporción**		**Inversión**	**Nota**	**Proporción**
1	C'	1		**8**	C'	1
b2	Db'	17/16		**7**	B	16/17
2	D'	9/8		**b7**	Bb	8/9
b3	Eb'	19/16		**6**	A	16/19
3	E'	5/4		**b6**	Ab	4/5
4↓	F'↓	21/16		**5↑**	G↑	16/21
#4↓	F#'↓	11/8		**b5↑**	Gb↑	8/11
5	G'	3/2		**4**	F	2/3
b6↑	Ab'↑			**3↓**	E↓	
6↓	A'↓	13/8		**b3↑**	Eb↑	8/13
b7↓	Bb'↓	7/4		**2↑**	D↑	4/7
7	B'	15/8		**b2**	Db	8/15
8	C''	2		**1**	C	1/2

Escalas puramente simétricas son las que tienen todos los intervalos complementarios entre sus dos tetracordos, como es el caso del modo **DÓRICO.**

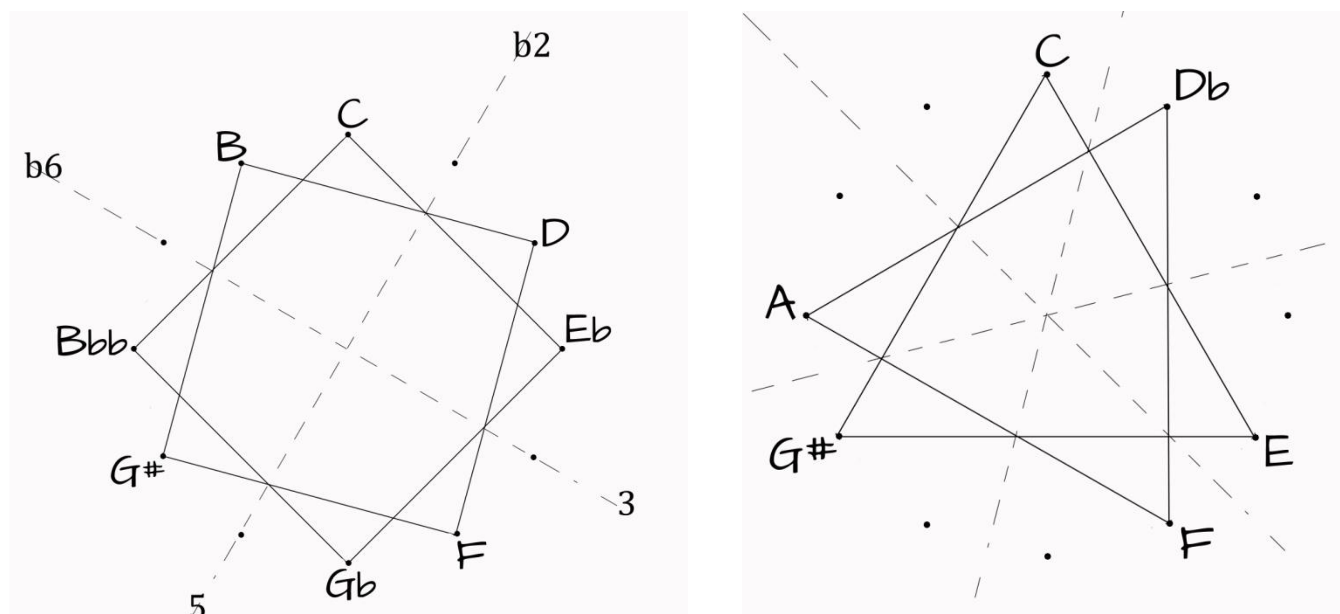


Cuando esto sucede, obtenemos exactamente la misma escala al reproducir su interválica en sentido ascendente y descendente.

Intervalos descendentes							**Intervalos ascendentes**					
D	Eb	F	G	A	Bb	C	D	Eb	F	G	A	Bb
b7	6	5	4	b3	2	1	2	b3	4	5	6	b7

En los capítulos anteriores vimos como este caso se da también en la "*hexátona de tonos enteros".* Los modos Mixolidio b6, Napolitana mayor y Doble armónica mayor *(o Bizantina)* son otros ejemplos de escalas puramente simétricas como el Dórico. [1]

En cambio en la *"octófona disminuida"* y en la *"hexátona semitono - tono y medio "* sucedía que sus dos posibles disposiciones interválicas eran simétricas entre sí. Verdaderamente estas escalas son también simétricas, pero para poder apreciarlo con total claridad es necesario desplazar el eje de simetría. [2]



La *"octófona tono - medio tono"* es simétrica con respecto al "eje *b2-5"* y también con respecto al "eje *3-b6".* Es decir, que las escalas octófonas son simétricas precisamente con respecto a los dos ejes definidos por el cuadrado disminuido que se omite de entre los doce sonidos de la escala cromática.

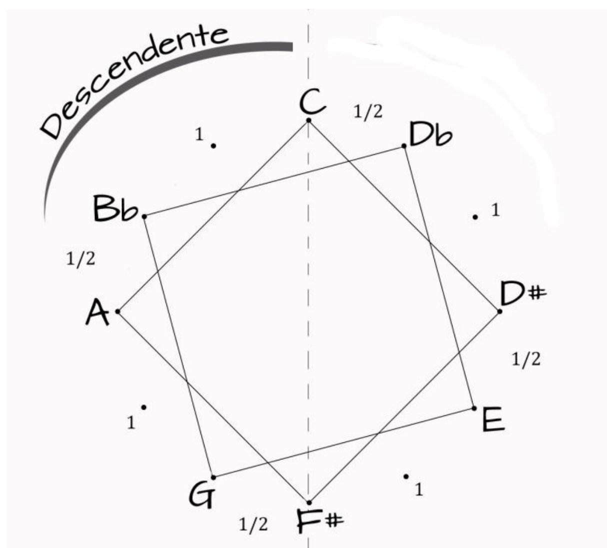
Los tres ejes de simetría que hemos definido para el caso de la *"hexátona semitono - tono y medio"* se sitúan a distancias de cuarto de tono con respecto a los intervalos del temperamento igual. *(Hablaremos de estos ejes en el próximo capítulo).*

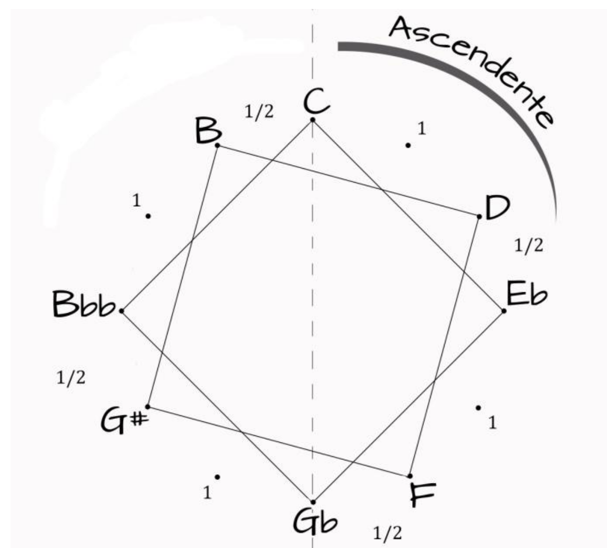
El procedimiento básico de la **armonía en espejo** consiste en establecer una nota como eje reflexivo y reproducir de manera simultánea e invertida los motivos, escalas o acordes que se practican por encima. Con mucha facilidad nos adentramos así en terrenos politonales y polimodales, ya que en la mayoría de las ocasiones obtendremos la combinación de sonoridades pertenecientes a diferentes ámbitos tonales.

Por ejemplo, al realizar la reflexión desde la raíz de una octófona ascendente tendremos como resultado otra octófona distinta. Estamos reproduciendo simultáneamente dos escalas con cuatro notas de diferencia.

[1] Mixolidio b 6 (Capítulo 4.7); Napolitana Mayor (4.18); Doble Armónico Mayor (o Bizantino, 4.17)

[2] El próximo capítulo está dedicado al desplazamiento de los ejes de simetría.





Al aplicar esta técnica sobre los modos diatónicos obtenemos un resultado claramente polimodal en el que dos modos distintos de un mismo centro tonal son reproducidos al mismo tiempo.

Lídio / Locrio

Jónico / Frigio

Mixolidio / Eólico

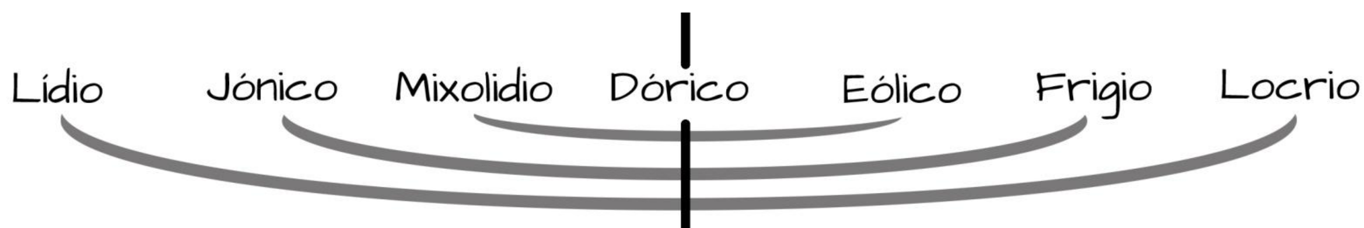
Dórico / Dórico

Eólico / Mixolidio

Frigio / Jónico

Locrio / Lídio

La asociación de modos viene determinada por su orden de aparición en el círculo de quintas, siendo el Lidio el modo asociado a la primera nota del círculo y Locrio el modo asociado a la séptima y última. El modo Dórico, al ocupar el lugar de la nota central, se complementa a sí misma, ya que es *(como sabemos)* una escala puramente simétrica.

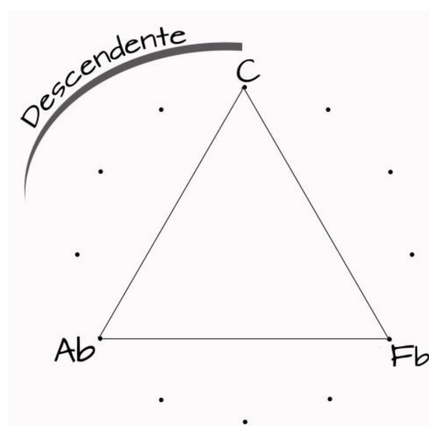


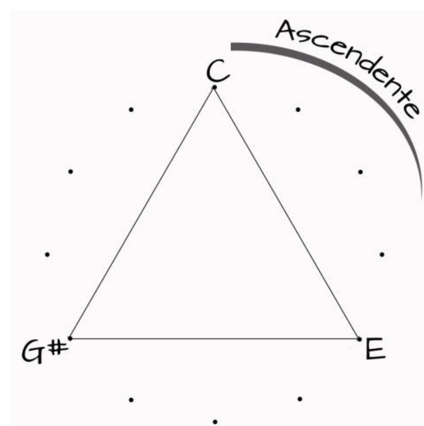
Al desplegar las triadas o tetradas de una tonalidad manteniendo el eje de simetría en la tónica, tendremos como resultado la aparición de poliacordes con subacordes en muchos casos pertenecientes a distintos ámbitos tonales.

C	Dm	Em	F	G	Am	Bo
Fm	Eb	Db	Cm	Bbm	Ab	Go

El eje de simetría puede ser fijo, pero también puede ser móvil e ir cambiando. Es posible incluso reflejar un acorde y después volver a realizar la reflexión del poliacorde obtenido.

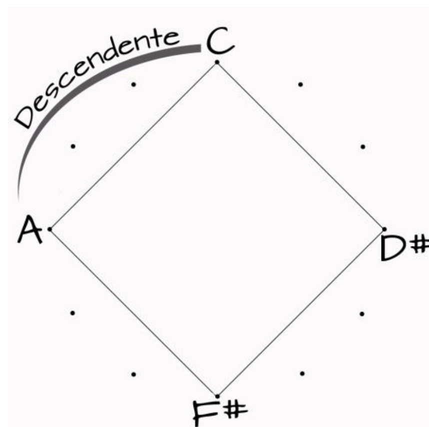
Algunos acordes ya tienen por sí mismos una estructura simétrica. En estos casos obtenemos un subacorde similar al realizar la reflexión. Con la reflexión de la triada aumentada y de la tetrada disminuida obtenemos el mismo acorde en un estado diferente de inversión y con sonidos enarmónicos.

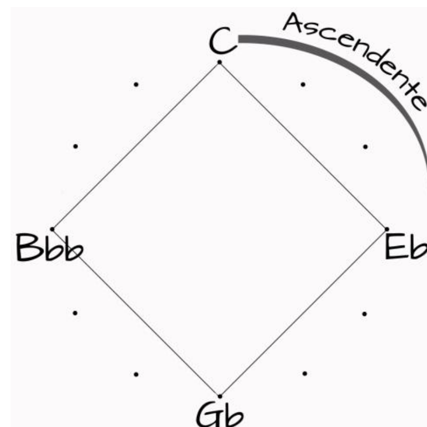




C #5 / Fb #5

Fb = E







C o / D#o

La simetría de los acordes se aprecia por los saltos interválicos que contiene. En la triada aumentada se dan dos saltos consecutivos de tercera mayor y en la tetrada disminuida tres saltos de tercera menor, por lo que la disposición en ambos casos es un palíndromo que puede ser leído igualmente en uno u otro sentido.

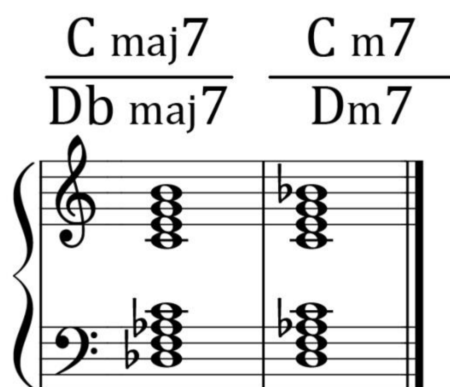
	3	3		
	1	3	#5	
C#5	C	E	G#	

	b3	b3	b3	
	1	b3	b5	bb7
Co	C	Eb	Gb	Bbb

Lo mismo sucede con la tetrada mayor con séptima mayor y también con la tetrada menor con séptima menor. Los saltos de tercera que contienen estos dos acordes son igualmente palíndromos que pueden ser leídos en sus dos sentidos con igual resultado. Por esa razón los poliacordes que obtenemos al realizar sus reflexiones dan lugar a dos subacordes similares *(pero con notas diferentes)*.

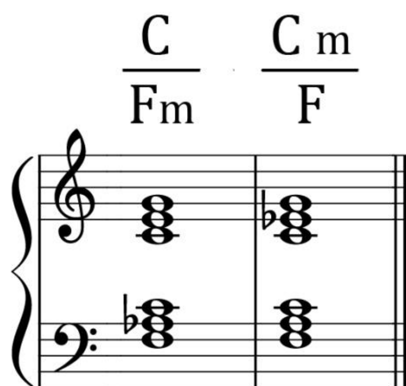
	3	b3	3	
	1	3	5	7
Cmaj7	C	E	G	B

	b3	3	b3	
	1	b3	5	b7
Cm7	C	Eb	G	Bb

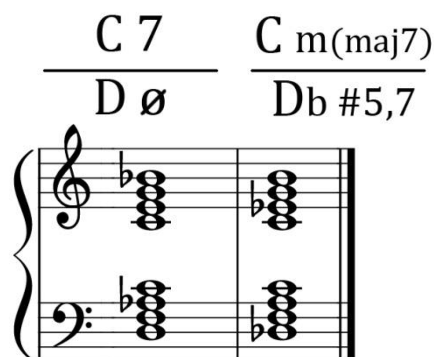


Tanto la triada mayor como la menor contienen un salto de tercera mayor y otro de tercera menor, pero los saltos se ordenan de manera invertida entre ellas. Por ese motivo la reflexión de una triada mayor se expresa con un subacorde menor en los graves y la reflexión de una triada menor con un acorde mayor.

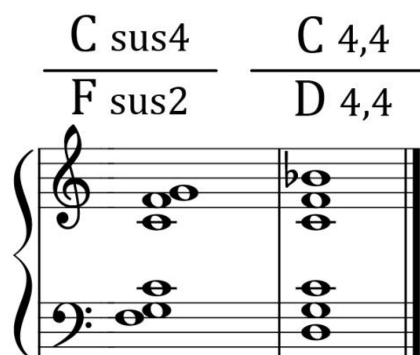




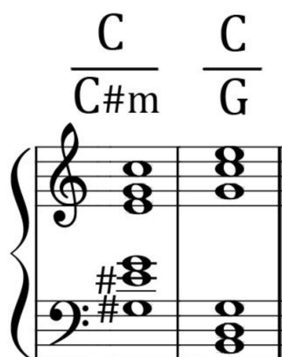
La reflexión de un acorde mayor con séptima menor provoca la aparición de un subacorde semidisminuido *(y viceversa)*. El acorde menor con séptima mayor se asocia a una triada aumentada con séptima menor.



La reflexión de un acorde sus4 da como resultado el mismo acorde, pero en inversión sus2. La reflexión de un acorde cuartal añade nuevas cuartas por debajo, por lo que la reflexión funciona muy bien para estas sonoridades.



Los acordes en estado de inversión también pueden ser reflejados, pero en estos casos el eje de simetría ya no se fija sobre la fundamental , sino sobre la nota más grave del acorde. por ejemplo, una triada mayor en primera inversión se asociaría a una triada menor en segunda inversión. Una triada mayor en segunda inversión a otra triada mayor en primera inversión.

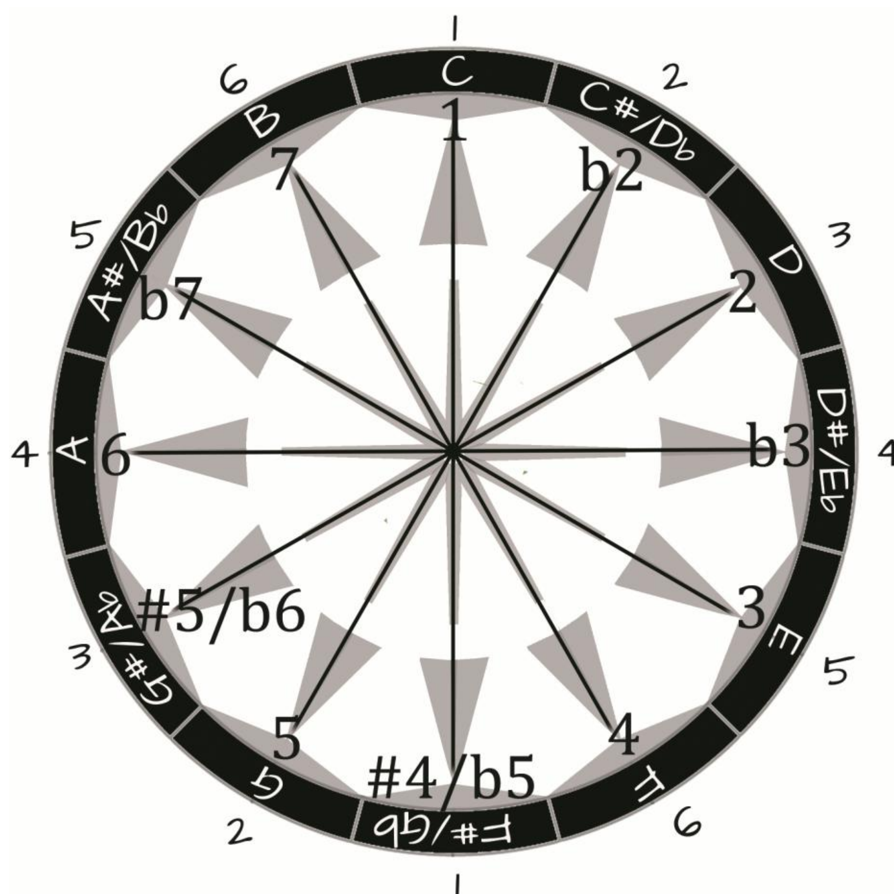


Las reflexiones planteadas pueden ser utilizadas no únicamente para realizar la técnica de la armonía en espejo, sino también como fuente de inspiración en la creación de melodías simétricas y en armonizaciones no estrictamente funcionales. Ciertamente da mucho juego utilizar la simetría de la escala cromática en la creación musical. Es un recurso muy interesante que puede generar sonoridades muy diversas.

5.7- DESPLAZAMIENTOS DEL EJE DE SIMETRÍA

Hemos visto en el capítulo anterior algunos casos en los que se producían desplazamientos del eje de simetría. Verdaderamente este siempre va a estar constituido por dos notas a distancia de tritono. Los desplazamientos constituyen simplemente un cambio de perspectiva, pero aunque el centro tonal no coincida con el eje siempre vamos a poder medir la simetría interválica a partir del eje, desde donde una nota y su reflejo son siempre intervalos complementarios.

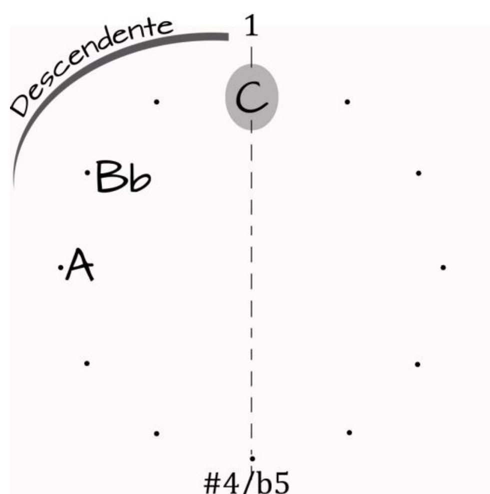
Entre los doce vértices de nuestro dodecágono musical es posible establecer **seis posiciones** para el eje de simetría. Estas seis posiciones se rigen por las seis diagonales principales a partir de las cuales se generan los intervalos de tritono.

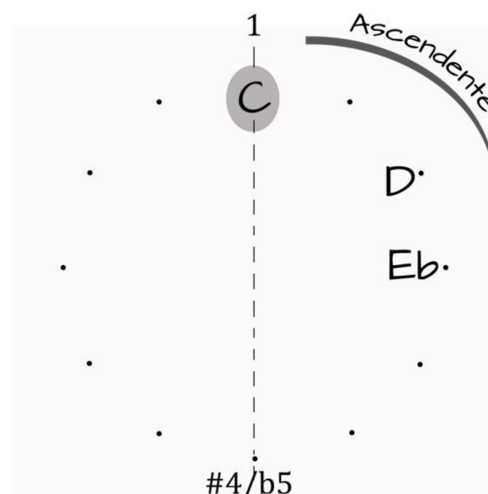


Para tener una referencia clara de estos seis ejes, los vamos a enumerar a partir de un centro tonal que establecemos en la nota **C** para los ejemplos de este capítulo *(pero que podría ir cambiando a lo largo de una interpretación musical)*. Enumeramos los seis ejes en función de los dos intervalos que contienen con respecto al centro tonal.

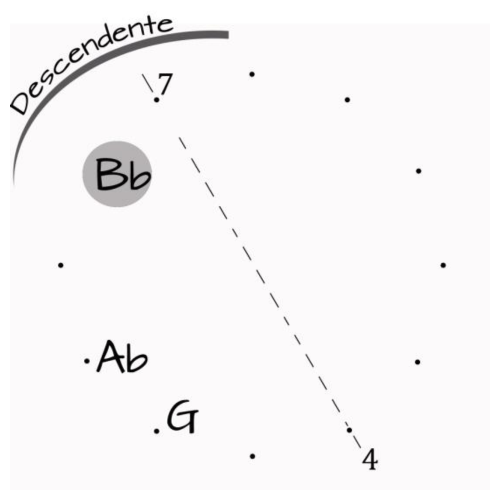
1	1 - #4/b5
2	b2 - 5
3	2 - #5/b6
4	b3 - 6
5	3 - b7
6	4 - 7

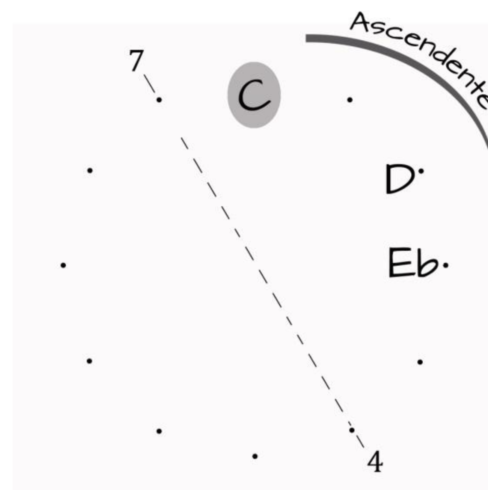
El primer eje se define por la simetría a partir de la raíz y su intervalo de tritono. Un motivo armónico o melódico ascendente *(por ejemplo 1,2,b3)* se ve reflejado con los mismos intervalos pero en sentido descendente, que pueden ser expresados a modo de inversión con intervalos complementarios *(1,b7,6)*.

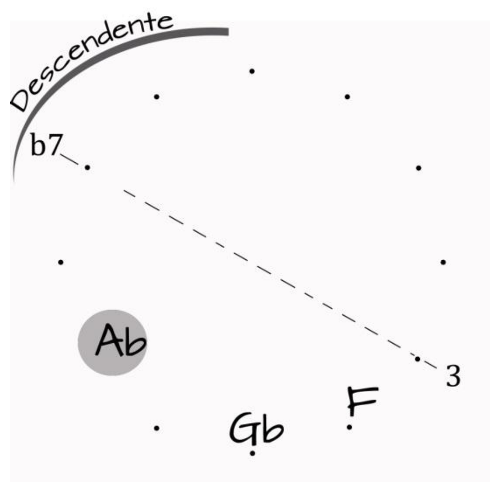


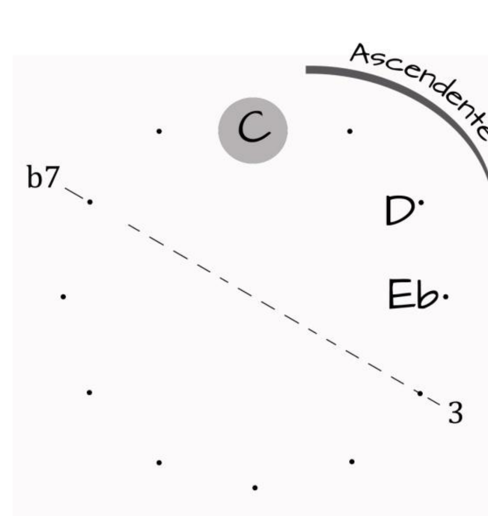


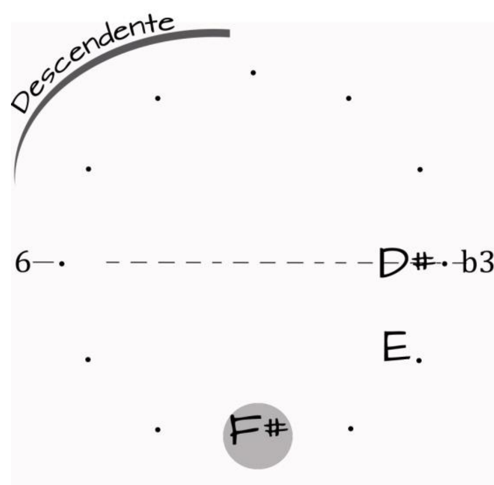
Para reflejar el mismo motivo sobre cualquier otro eje, debemos fijar la perspectiva en el eje *(aunque no sea el centro tonal)* para ubicar la disposición de los intervalos y repetirlos de manera invertida. Es esencial prestar atención al primer salto interválico, ya que representa la diferencia fundamental. A partir del primer intervalo, la distancia entre esta nota y las otras va a ser siempre la misma.

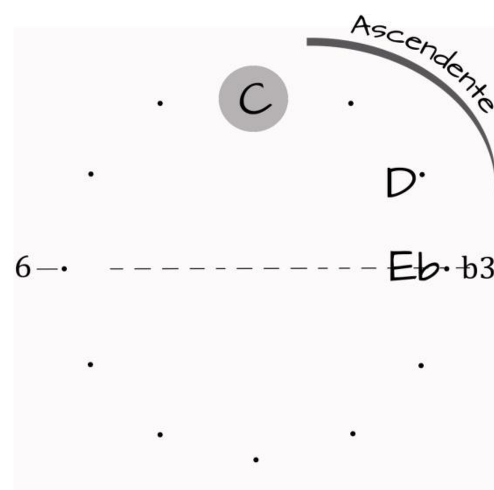


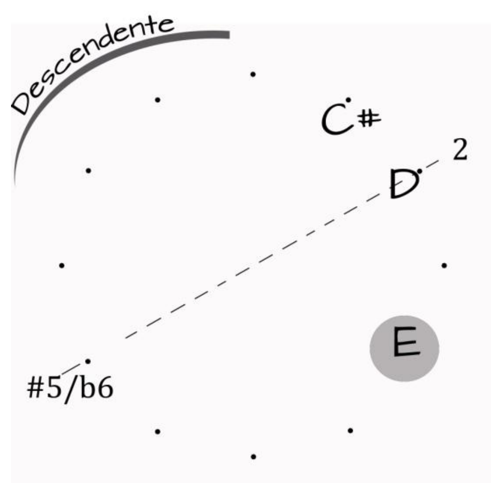


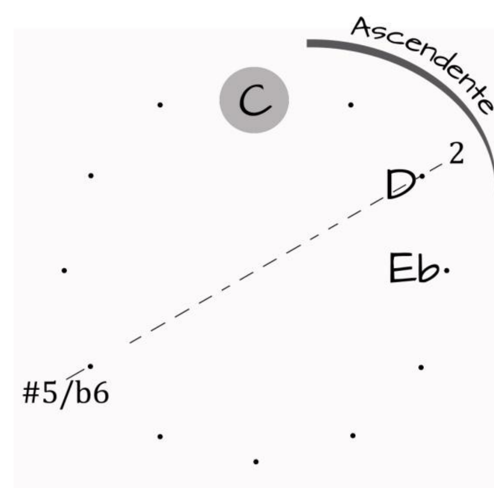


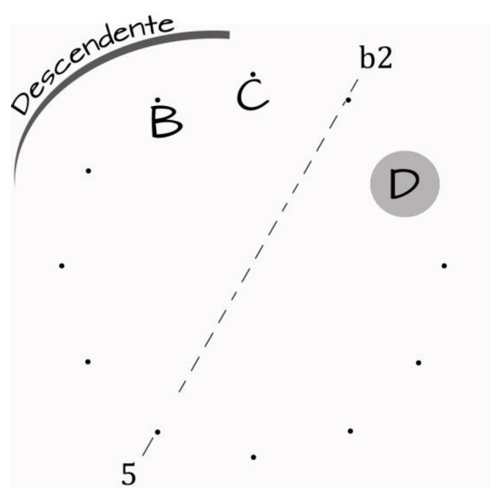


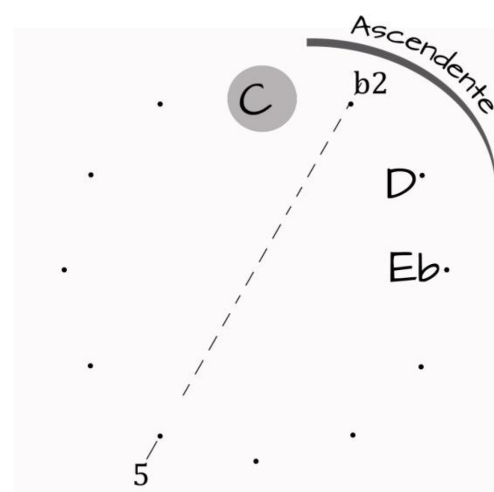








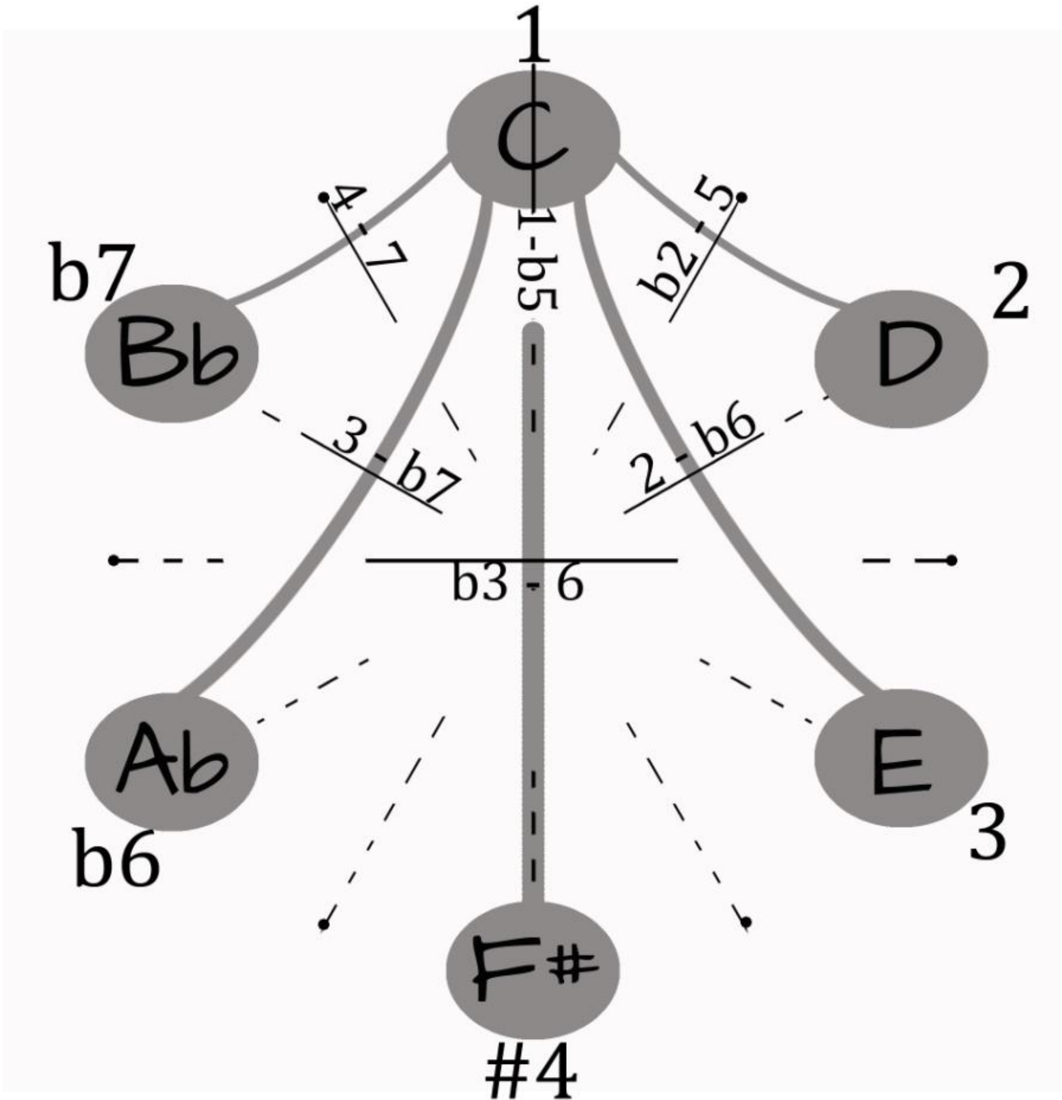




Hemos podido apreciar en el gráfico cómo a medida que rotamos el eje de simetría la nota raíz cambia de lugar con respecto a este. Como consecuencia, también lo hace su reflexión y el motivo invertido se reproduce desde otra nota.

Sin embargo, el motivo reflejado se mantiene intacto y se reproduce fielmente en todos los casos, de donde podemos deducir que las conclusiones que sacamos en el capítulo anterior seguirán siendo válidas también para estas reflexiones *(asociación entre modos diatónicos, acordes..)*. Aunque se produzca una modulación, la interválica desde la primera nota no va a cambiar.

Por lo tanto, lo fundamental de la cuestión es a qué intervalo conduce la reflexión en cada caso. A continuación ubicamos estas notas obtenidas a partir del ejercicio anterior e indicamos el eje por el que mantienen relación de simetría con respecto a la raíz.

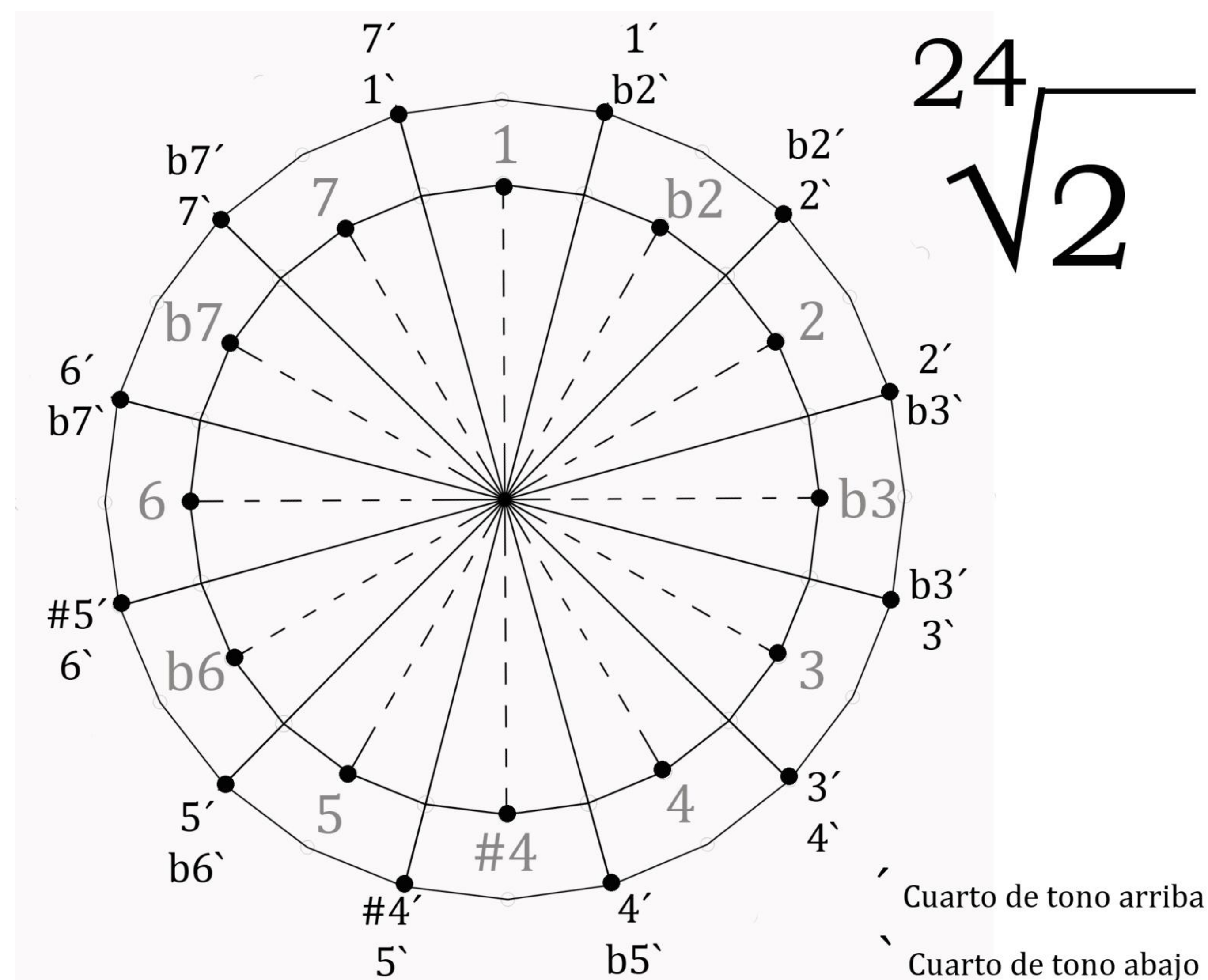


Raíz	Eje de simetría	Reflexión
1	1 - b5	1
1	b2 - 5	2
1	2 - b6	3
1	b3 - 6	#4
1	3 - b7	b6
1	4 - 7	b7

Los seis ejes posibles a partir de los doce sonidos de la escala cromática permiten la simetría con la raíz a las seis notas que conforman la hexátona de tonos enteros desde la misma raíz.

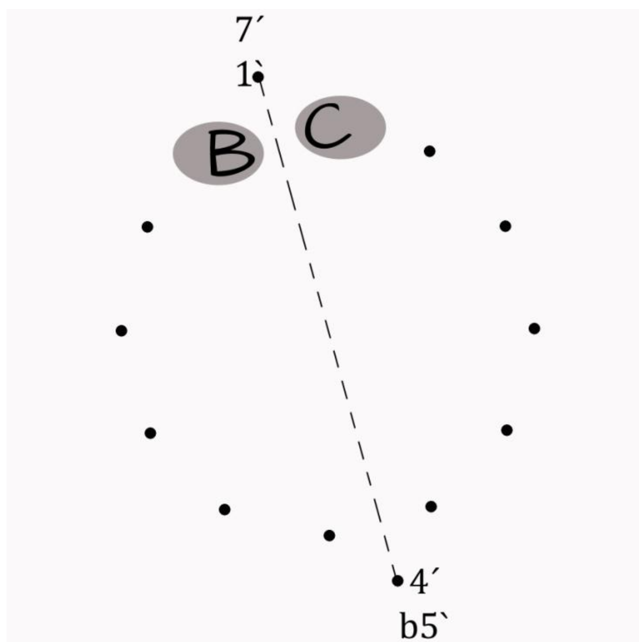
Para poder realizar la simetría con los otros seis sonidos necesitamos recurrir a las notas que se sitúan a distancia de cuarto de tono de nuestro temperamento igual, lo que supone doblar el número de partes en los que dividimos el intervalo de octava.

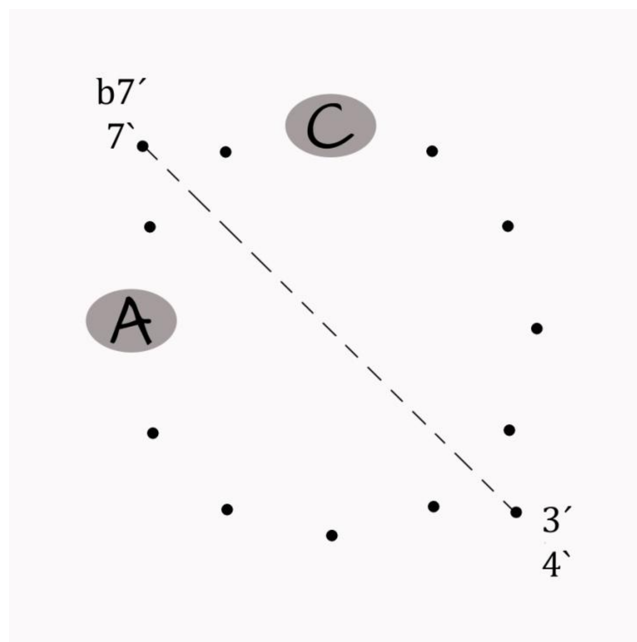
Aplicando la raíz duodécima de dos obteníamos el valor de un semitono temperado. Para calcular el valor de un cuarto de tono aplicamos entonces la raíz vigesimocuarta de dos, dividiendo así el intervalo de octava en veinticuatro partes proporcionalmente iguales entre sí.

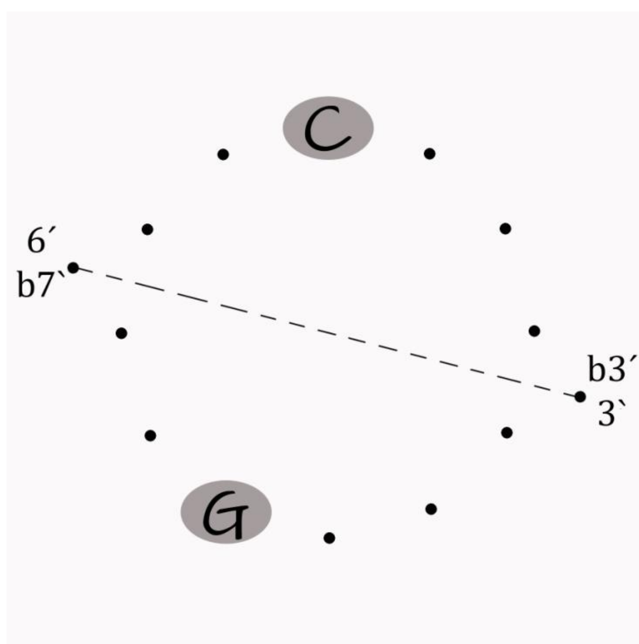


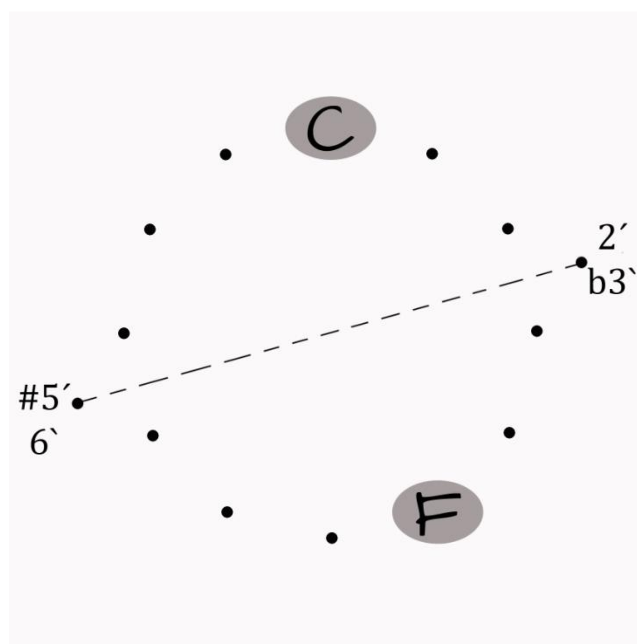
El temperamento igual de veinticuatro sonidos supone una segunda escala cromática de doce sonidos intercalada entre las doce notas habituales. Para la nomenclatura de los nuevos intervalos hemos utilizado el cifrado habitual incorporando dos símbolos que indican la subida o bajada de un cuarto de tono. Indicamos los dos nombres posibles por enarmonía para cada uno en función del intervalo *(superior o inferior)* que se tome de referencia.

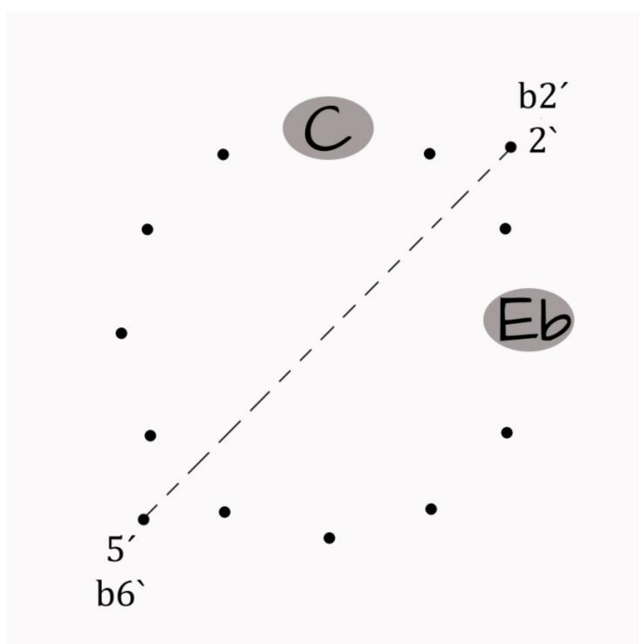
A los seis ejes de simetría con los que contábamos añadimos así otros seis más a partir de los seis nuevos tritonos que incorporamos al modelo. Estos nuevos ejes son los que nos van a permitir realizar la simetría entre la raíz y las seis notas que nos faltaban.

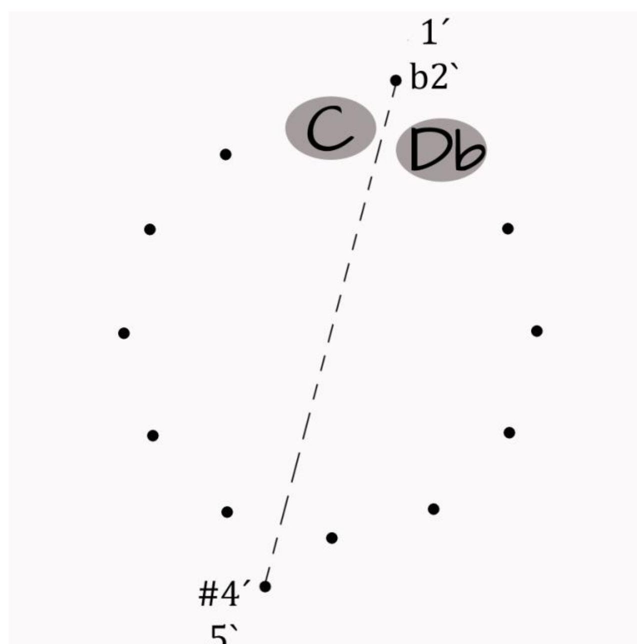

7´
1`
B
C
4´
b5`


b7´
7`
C
A
3´
4`


C
6´
b7`
b3´
3`
G


C
2´
b3`
#5´
6`
F

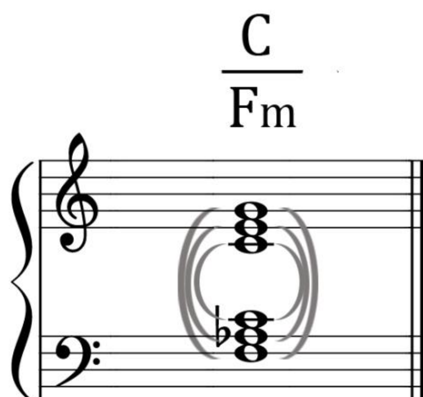

b2´
C
2`
Eb
5´
b6`


1´
b2`
C
Db
#4´
5`

De este modo, contamos con doce ejes de reflexión que nos permiten la modulación de la armonía reflejada a cualquiera de los doce tonos de la escala cromática.

Raíz	Eje de simetría	Reflexión
1	1 - b5	1
1	1´- #4´	b2
1	b2 - 5	2
1	b2´ - 5´	b3
1	2 - b6	3
1	2´ - b6´	4
1	b3 - 6	#4
1	b3´ - 6´	5
1	3 - b7	b6
1	3´- b7´	6
1	4 - 7	b7
1	4´- 7´	7

Hay que tener en cuenta que en el caso de los acordes, la raíz reflejada suele suponer la voz más aguda de la reflexión. Es la inversión de la nota más aguda del acorde original la que va a definir el sonido grave del acorde reflejado.



C		
C	E	G
1	3	5
Eje **1-b5**		
Fm		
C	Ab	F
5	b3	1

C		
C	E	G
1	3	5
Eje **2 - b6**		
Am		
E	C	A
5	b3	1

C		
C	E	G
1	3	5
Eje **2´- b6´**		
Bbm		
F	Db	Bb
5	b3	1

C maj7			
C	E	G	B
1	3	5	7
Eje **1-b5**			
Db maj7			
C	Ab	F	Db
7	5	3	1

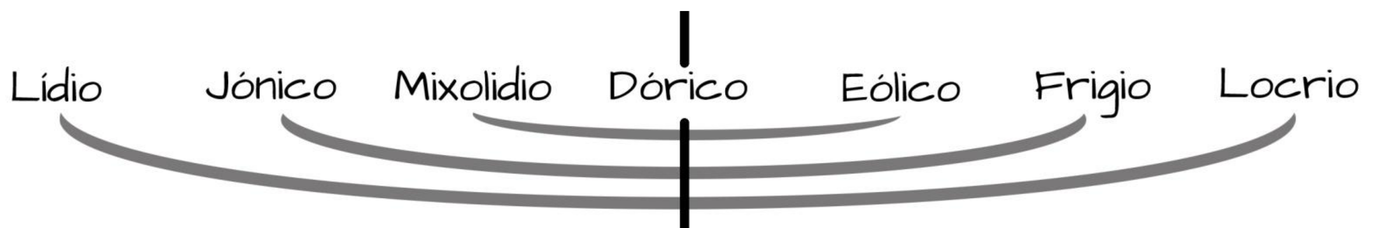
C maj7			
C	E	G	B
1	3	5	7
Eje **2 - b6**			
F maj7			
E	C	A	F
7	5	3	1

C maj7			
C	E	G	B
1	3	5	7
Eje **2´- b6´**			
Gb maj7			
F	Db	Bb	Gb
7	5	3	1

En la siguiente tabla desglosamos las reflexiones de acordes estudiadas en el capítulo anterior sobre los doce ejes de simetría.

Eje	C	Cm	C #5	Cmaj7	Cm7	C7	Cø	Co	Cm (maj7)	Csus4	Csus2	C 4,4
1 - b5	Fm	F	E #5	Dbmaj7	Dm7	Dø	D7	Ebo	Db#5,7	Fsus2	Fsus4	D4,4
1´#4´	F#m	F#	F #5	Dmaj7	Ebm7	Ebø	Eb7	Eo	D#5,7	F#sus2	F#sus4	Eb4,4
b2 - 5	Gm	G	F# #5	Ebmaj7	Em7	Eø	E7	Fo	Eb#5,7	Gsus2	Gsus4	E4,4
b2´-5´	G#m	Ab	G #5	Emaj7	Fm7	Fø	F7	F#o	E#5,7	Absus2	Absus4	F4,4
2 - b6	Am	A	Ab#5	Fmaj7	F#m7	F#ø	F#7	Go	F#5,7	Asus2	Asus4	F#4,4
2´-b6´	Bbm	Bb	A #5	F#maj7	Gm7	Gø	G7	Abo	F##5,7	Bbsus2	Bbsus4	G4,4
b3 -6	Bm	B	Bb#5	Gmaj7	Abm7	Abø	Ab7	Ao	G#5,7	Bsus2	Bsus4	Ab4,4
b3´-6´	Cbm	C	B #5	Abmaj7	Am7	Aø	A7	Bbo	Ab#5,7	Csus2	Csus4	A4,4
3 - b7	Dbm	Db	C #5	Amaj7	Bbm7	Bbø	Bb7	Bo	A#5,7	Dbsus2	Dbsus4	Bb4,4
3´-b7´	Dm	D	Db#5	Bbmaj7	Bm7	Bø	B7	Co	Bb#5,7	Dsus2	Dsus4	B4,4
4 - 7	Ebm	Eb	D #5	Bmaj7	Cm7	Cø	C7	Dbo	B#5,7	Ebsus2	Ebsus4	C4,4
4´-7´	Em	E	Eb#5	Cmaj7	Dbm7	Dbø	Db7	Do	C#5,7	Esus2	Esus4	Db4,4

La relación entre modos diatónicos sí que se rige estrictamente a partir de la reflexión de la raíz para definir las modulaciones que se producen.

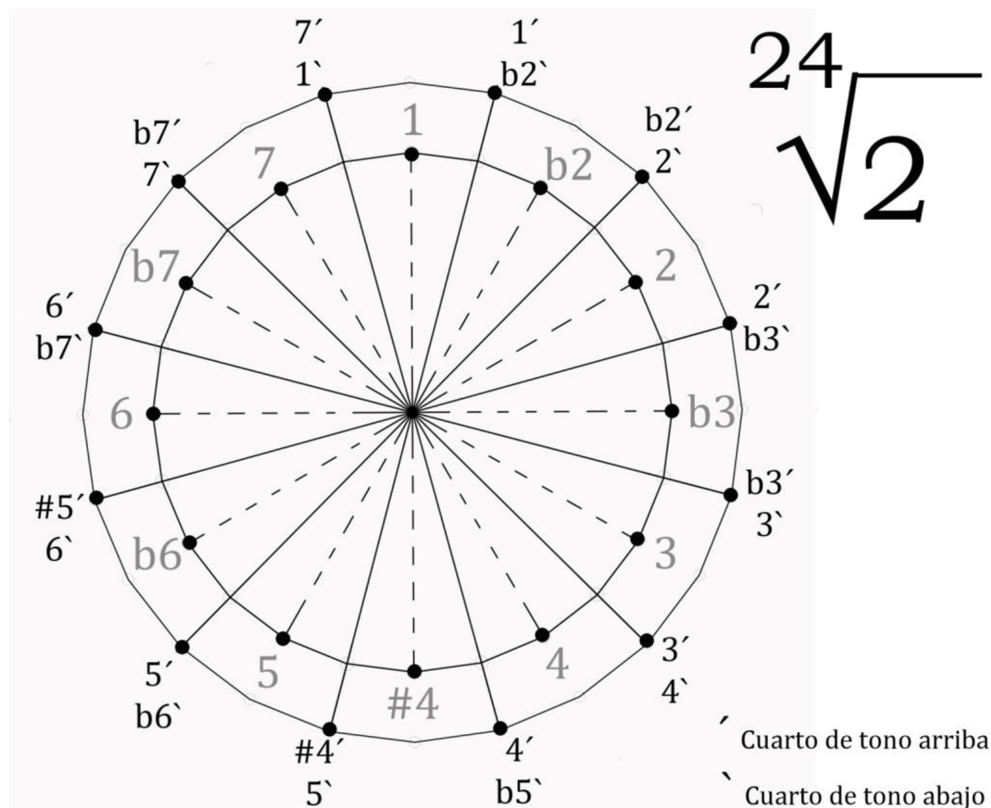


De donde podemos deducir a dónde conduce la reflexión de cada modo según el eje que utilicemos.

Eje	C Lid	C Jon	C Mixo	C Dor	C Eol	C Frig	C Loc
1 - b5	C Loc	C Frig	C Eol	C Dor	C Mixo	C Jon	C Lid
1´- #4´	Db Loc	Db Frig	Db Eol	Db Dor	DbMixo	Db Jon	Db Lid
b2 - 5	D Loc	D Frig	D Eol	D Dor	D Mixo	D Jon	D Lid
b2´ - 5´	Eb Loc	Eb Frig	Eb Eol	Eb Dor	EbMixo	Eb Jon	Eb Lid
2 - b6	E Loc	E Frig	E Eol	E Dor	E Mixo	E Jon	E Lid
2´ - b6´	F Loc	F Frig	F Eol	F Dor	F Mixo	F Jon	F Lid
b3 - 6	F# Loc	F# Frig	F# Eol	F# Dor	F#Mixo	F# Jon	F# Lid
b3´ - 6´	G Loc	G Frig	G Eol	G Dor	G Mixo	G Jon	G Lid
3 - b7	G# Loc	G# Frig	G# Eol	G# Dor	G#Mixo	G# Jon	G# Lid
3´- b7´	A Loc	A Frig	A Eol	A Dor	A Mixo	A Jon	A Lid
4 - 7	Bb Loc	Bb Frig	Bb Eol	Bb Dor	BbMixo	Bb Jon	Bb Lid
4´- 7´	B Loc	B Frig	B Eol	B Dor	B Mixo	B Jon	B Lid

5.8- COMPLEMENTARIOS EN EL TEMPERAMENTO 24

Como vimos en el capítulo anterior, la división del intervalo de octava en veinticuatro sonidos proporcionalmente iguales entre sí supone la superposición de una segunda escala cromática de doce sonidos a distancia de cuarto de tono con respecto al temperamento habitual de doce sonidos.



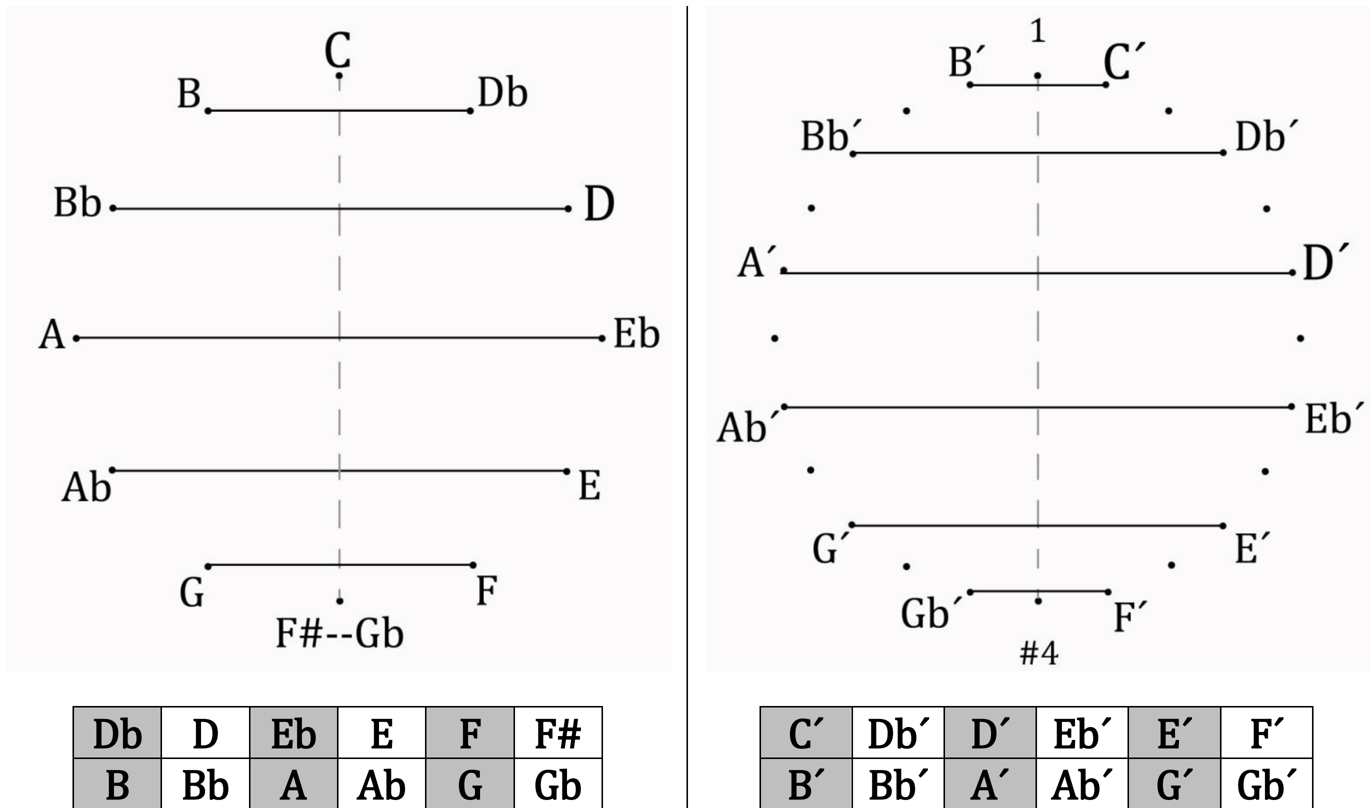
Los tritonos añadidos que aparecen al duplicar la escala cromática nos permitieron obtener los seis ejes de simetría que nos faltaban para poder reflejar una nota raíz sobre cualquiera de las doce notas *(habituales).*

Pero de este procedimiento se derivan ciertas conclusiones ineludibles. Hemos mencionado anteriormente que la relación entre un sonido y su reflejo se rige en todo momento por la lógica de los intervalos complementarios. El desarrollo del capítulo anterior se basó en la rotación del eje de simetría sin alterar la nota raíz, pero como mencionamos al principio del mismo, se trataba simplemente de un cambio de perspectiva y era necesario situarse en el eje para establecer la relación complementaria entre los sonidos reflejados.

Por definición, dos sonidos son complementarios entre sí cuando se sitúan a la misma distancia con respecto a la nota eje que las separa. Matemáticamente se explica por la inversión de sus proporciones, como se aprecia claramente en los intervalos perfectos.

Intervalo	Quinta descendente (Inversión cuarta)	Eje (Raíz)	Quinta ascendente
Nota	F	C	G
Proporción frecuencia	2/3	1	3/2

El **Temperamento 24** *(de 24 sonidos)*, abre una nueva perspectiva en la comprensión de los intervalos complementarios. Un mismo eje de simetría *(1-#4)* establece la formación de parejas complementarias de distinta manera en los dos dodecágonos contenidos.

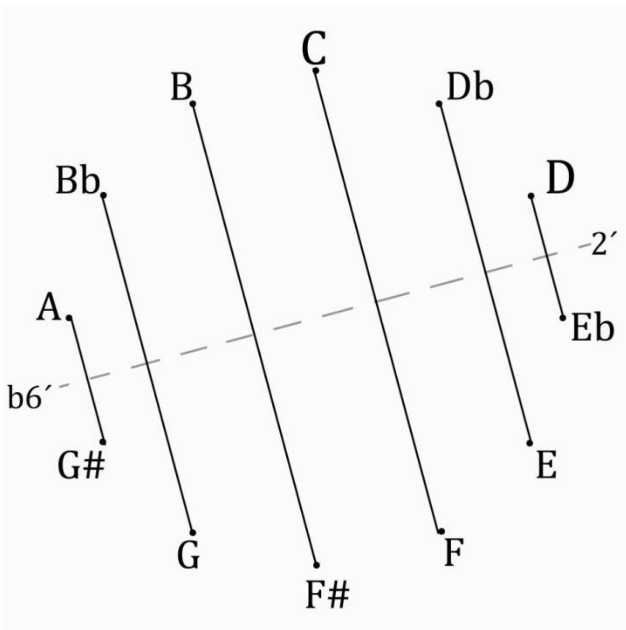


Db	D	Eb	E	F	F#
B	Bb	A	Ab	G	Gb

C´	Db´	D´	Eb´	E´	F´
B´	Bb´	A´	Ab´	G´	Gb´

Sin necesidad de emplear una escala cromática de veinticuatro sonidos para tocar, es posible la utilización de los seis ejes de simetría situados a distancia de cuarto de tono para generar parejas de complementarios. Es un recurso disponible en el temperamento de doce sonidos que ya hemos manejado en el capítulo anterior.

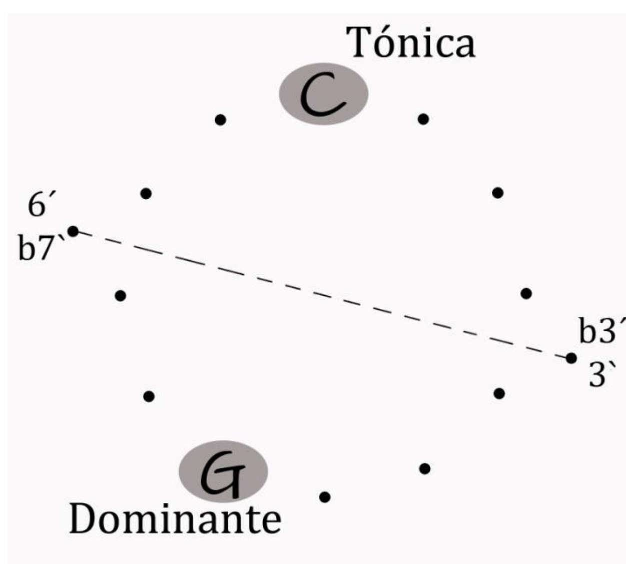
Dos sonidos a distancia de un semitono son complementarios entre sí desde la perspectiva del cuarto de tono que las separa. Una vez definido el eje de simetría, los movimientos opuestos *(ascendente-descendente)* definen las demás parejas complementarias. *(Ejemplo eje 2´-b6´).*



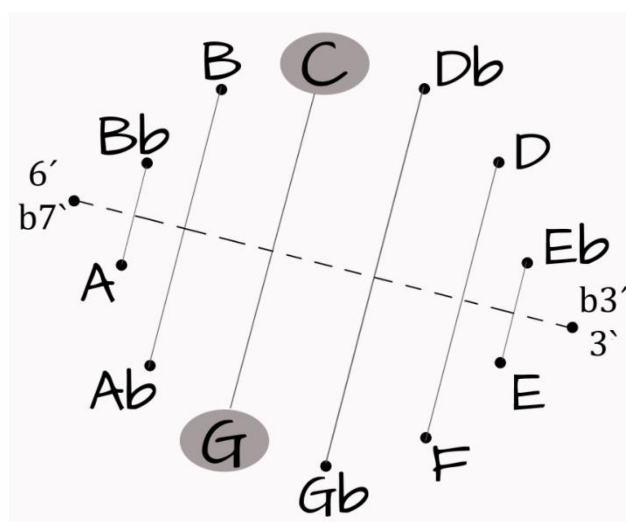
5.9- ARMONÍA NEGATIVA

*"**Armonía negativa**"* es un concepto desarrollado por Ernst Levy en los años 80 que ha adquirido bastante popularidad recientemente en los foros de armonía moderna. [1]

No deja de ser simplemente una original marera de generar intercambios modales a partir de la reflexión de la tonalidad mayor sobre el eje de simetría *b3´-6´* al que Levy denomina **eje tónica-dominante**, por ser el que origina la relación complementaria entre la raíz y su intervalo de quinta.



La relación entre complementarios utilizando este eje es la siguiente:



Como ya sabemos, la reflexión del modo Jónico da como resultado el Frigio, por lo que la reflexión de la escala mayor de **C** con el *"eje tónica-dominante"* da lugar a la aparición de un **G** Frigio.

C Jónico	C	D	E	F	G	A	B
Eje b3´-6´							
G Frigio	G	F	Eb	D	C	Bb	Ab

[1] Ernst Levy - A Theory of Harmony

G Frigio es un modo relativo de la tonalidad de **C** menor, por lo que la reflexión de los acordes de la tonalidad de **C** mayor sobre el eje *b3´-6´* genera la aparición de acordes pertenecientes a su homónimo menor, que pueden ser empleados para realizar sustituciones de intercambio modal.

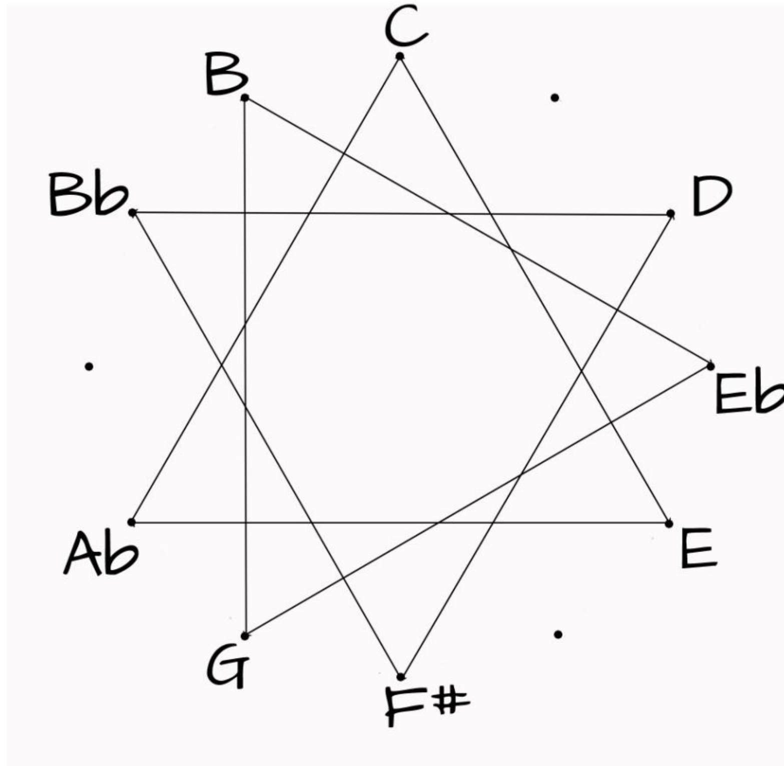
C mayor	C	Dm	Em	F	G	Am	Bo
Eje b3´-6´							
C menor	Cm	Bb	Ab	Gm	Fm	Eb	Do

C mayor	Cmaj7	Dm7	Em7	Fmaj7	G7	Am7	Bø
Eje b3´-6´							
C menor	Abmaj7	Gm7	Fm7	Ebmaj7	Dø	Cm7	Bb7

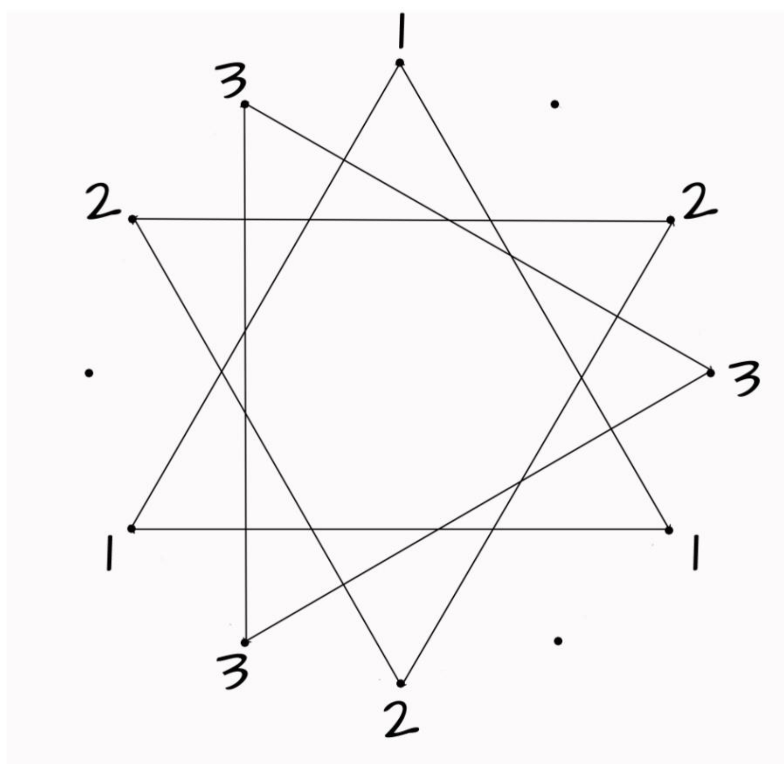
Esta técnica da muy buen resultado porque es aplicable dentro de las estructuras de la armonía funcional al conectar tonalidad mayor y menor en las reflexiones. Pero verdaderamente son posibles muchas otras combinaciones empleando otros modos y ejes de simetría como vimos en el capítulo 5.7

5.10- ENEÁFONA

Esta escala simétrica de **nueve sonidos** se genera al sustraer de la escala cromática una de las cuatro triadas aumentadas que contiene, por lo que son posibles cuatro reproducciones de la misma. Se forma igualmente con una hexátona de tonos enteros más una triada aumentada adicional. Es asimismo posible desplegar la triada aumentada desde cualquier sonido de la escala.



Tres disposiciones interválicas diferentes se repiten tres veces en esta formación geométrica.



1	1	2	b3	3	#4	5	b6	b7	7	8
	T	1/2	1/2	T	1/2	1/2	T	1/2	1/2	

2	1	b2	2	3	4	b5	b6	6	b7	8
	1/2	1/2	T	1/2	1/2	T	1/2	1/2	T	

3	1	b2	b3	3	4	5	b6	6	7	8
	1/2	T	1/2	1/2	T	1/2	1/2	T	1/2	

La gran cantidad de intervalos que contienen estas escalas hacen posible su inserción en múltiples acordes.

1		2		3	
	Xmaj7 (9,#11)		X #5 (b7,9,11,13)		X maj7
	X 7 (9,#11,b13)		X #5 (b7,b9)		X 7 (b9,11,13)
	Xm7		X b5		X 7 (#9,11,b13)
	Xm (maj7)		X sus2 (b5)		Xm6
	X #5		Xsus4 (b5)		Xm (maj7)
	X Ø		X sus b2 (b5)		X #5
	X sus#4				X sus4
	X sus2				X susb2
	X sus2 (b5)				

La primera es probablemente la opción más habitual. Encaja en las cuatro triadas básicas y permite igualmente el uso tanto de la séptima mayor como de la séptima menor.

La tercera es la única de las tres que es **puramente simétrica** (*es decir, que genera los mismos intervalos tanto en sentido ascendente como descendente).* La primera y la segunda son simétricas entre sí *(la reflexión de una da como resultado la otra)*.

La escala eneáfona, junto con la hexátona de tonos enteros y la octófona disminuida, forman parte de los denominados *"Modos de transposición limitada"* o *"Modos Olivier Messiaen"* que estudiaremos en el próximo capítulo.

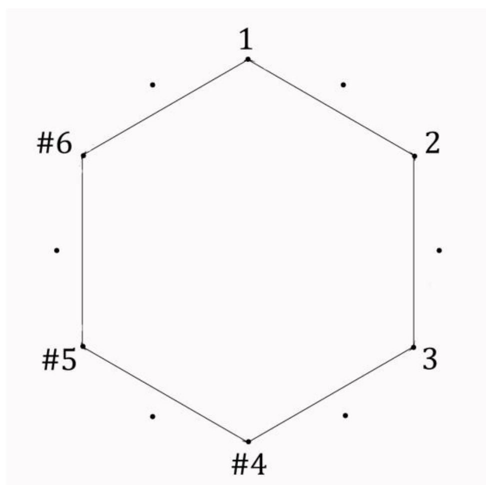
5.11- MODOS DE TRANSPOSICIÓN LIMITADA

También conocidos como *"**Modos Olivier Messiaen**"*, por ser este músico y ornitólogo francés su desarrollador. Consisten en una sistematización de las escalas simétricas en las que una secuencia interválica *(o módulo generador)* se reproduce de manera repetitiva en el rango de una octava.

Su **transposición** es **limitada**, porque existen pocas opciones para reproducirlas desde cualquier nota del temperamento igual sin repetir los mismos sonidos. Un ejemplo muy claro de este fenómeno lo encontramos en la escala de tonos enteros, en la que existen únicamente dos posibilidades vinculadas a los dos hexágonos contenidos en el dodecágono musical.

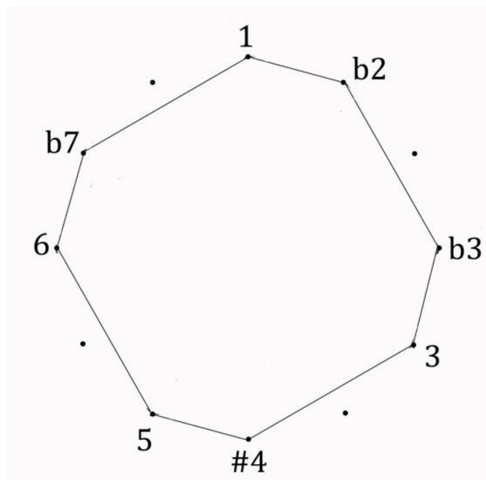
La hexátona de tonos enteros, la octófona disminuida o la eneáfona que hemos estudiado en capítulos anteriores están incluidas entre estos modos, pero existen otras posibilidades.

MODO Iº *Hexátona de tonos enteros (Capítulo 5.2)*



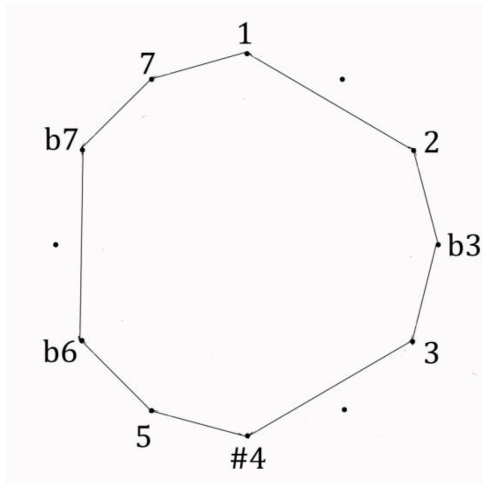
- Módulo generador: **T - T**
- transposiciones posibles: **2**
- Intervalos: **1 2 3 #4 #5 #6**
- Sonidos: **6**

MODO IIº *Octófona disminuída (Capítulo 5.3)*



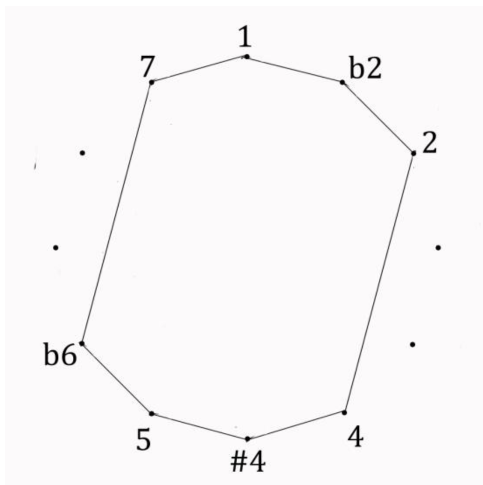
- Módulo generador: **1/2 - T**
- transposiciones posibles: **3**
- Intervalos: **1 b2 b3 3 #4 5 6 b7**
- Sonidos: **8**

MODO IIIº *Eneáfona (Capítulo 5.10)*



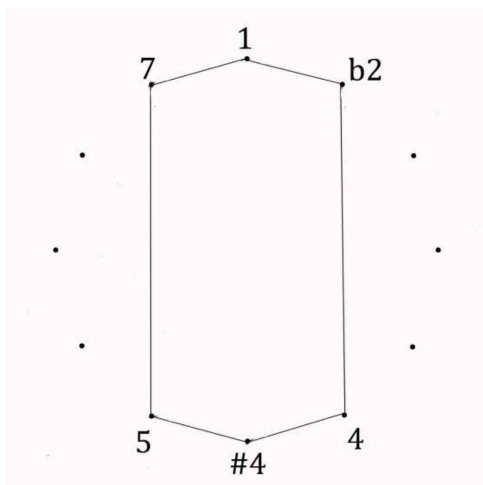
- Módulo generador: T - 1/2 - 1/2
- transposiciones posibles: **4**
- Intervalos: **1 b2 b3 3 #4 5 6 b7 7**
- Sonidos: **9**

MODO IVº



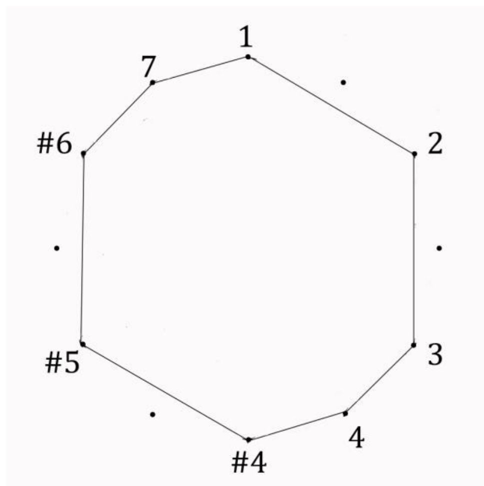
- Módulo generador:
  1/2 - 1/2 - T+1/2 - 1/2
- transposiciones posibles: **6**
- Intervalos: **1 b2 2 4 #4 5 b6 7**
- Sonidos: **8**

MODO Vº



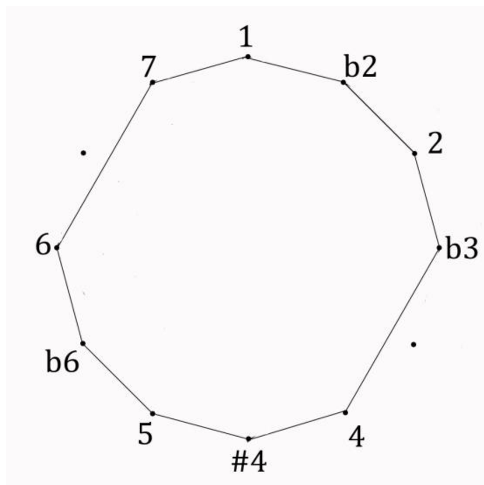
- Módulo generador:
  1/2 - 2T - 1/2
- transposiciones posibles: **6**
- Intervalos: **1 b2 4 #4 5 7**
- Sonidos: **6**

MODO VIº



- Módulo generador:
  T - T - 1/2 - 1/2
- transposiciones posibles: **6**
- Intervalos: **1 2 3 4 #4 #5 b7 7**
- Sonidos: **8**

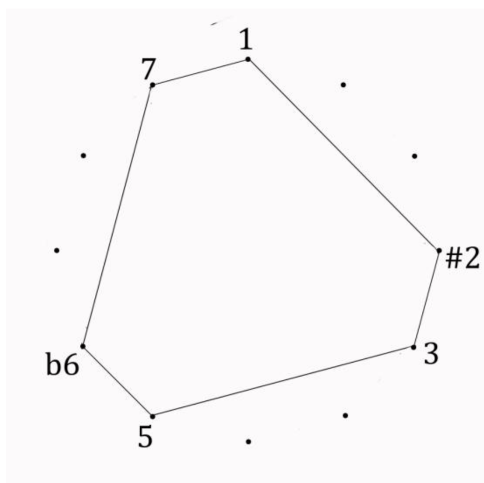
MODO VIIº



- Módulo generador:
  1/2 - 1/2 - 1/2 - T - 1/2
- transposiciones posibles: **6**
- Intervalos:
  1 b2 2 b3 4 #4 5 #5 6 7
- Sonidos: **10**

Estos son los populares **siete modos de Messiaen**, a los que podemos añadir tres hexátonas más que también encajan en la definición de los **modos de transposición limitada**. En primer lugar, la *"hexatónica Tono y medio - semitono"* que estudiamos en el capítulo 5.4.

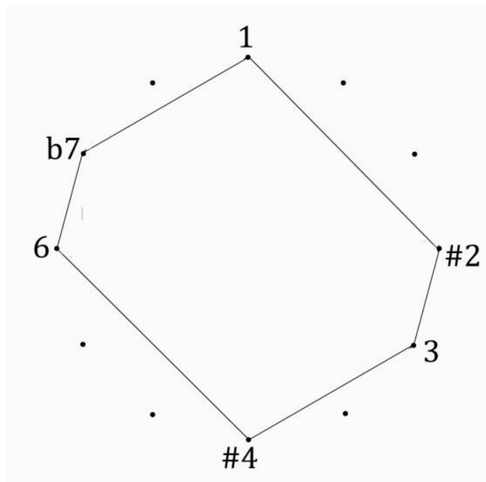
Hexatónica Tono y medio - semitono



- Módulo generador: **T+1/2 - 1/2**
- transposiciones posibles: **4**
- Intervalos:
  1 #2 3 5 b6 7
- Sonidos: **6**

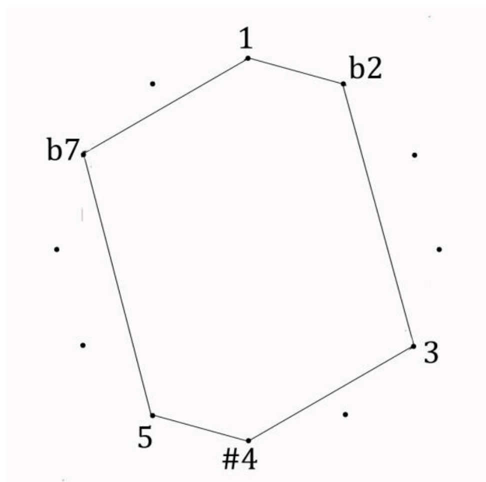
También las hexatónicas *"Tono y medio - semitono - tono"* y *"Semitono - tono y medio - tono"*, que como vimos en el capítulo 4.20 se complementan entre sí. [1]

Hexatónica Tono y medio - semitono - tono



- Módulo generador: **T**+1/2 - 1/2 - **T**
- transposiciones posibles: **6**
- Intervalos:
  1 #2 3 #4 6 b7
- Sonidos: **6**

Hexatónica Semitono - tono y medio - tono



- Módulo generador: 1/2 - **T**+1/2 - **T**
- transposiciones posibles: **6**
- Intervalos:
  1 b2 3 #4 5 b7
- Sonidos: **6**

No encontramos escalas de cinco o siete sonidos que encajen en el modelo. De las diez escalas que hemos obtenido contamos con una de diez sonidos, otra de nueve, tres de ocho y cinco de seis.

La **geometría omitida** en cada caso resulta muy esclarecedora para tener una visión más amplia del fenómeno. Esta siempre va a encajar también en la lógica de los modos de transposición limitada.

En las hexatónicas, tres de los modos se complementan a sí mismos y los otros dos se complementan entre sí.

La triada aumentada complementa a la eneáfona *(MODO III°).* Dos sonidos a distancia de tritono lo hacen para la escala de diez sonidos (MODO VII°).

[1] Capítulo 4.19 - C.Hex 4 y C.Hex 5. Estas dos escalas además son simétricas entre sí.

La tetrada disminuida complementa a la "*Octófona disminuida*" (MODO IIº). En las otras dos octófonas aparecen los otros dos cuadrilateros posibles con dos ejes tritonales cruzados, que también encajan en la descripción de los modos de transposición limitada.

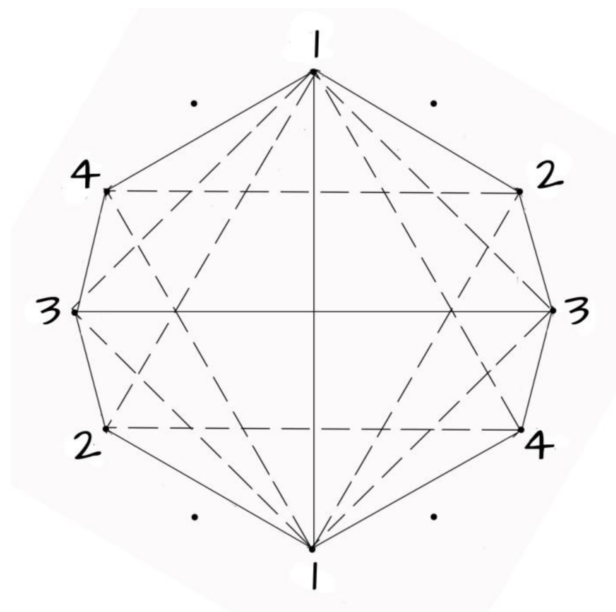
MODO	GEOMETRÍA OMITIDA
MODO Iº *(Hexátona de tonos enteros)*	MODO Iº *(Hexátona de tonos enteros)* • Módulo generador: **T - T** • transposiciones posibles: **2** • Intervalos: **1 2 3 #4 #5 #6** • Sonidos: **6**
MODO IIº *(Octófona disminuida)*	TETRADA DISMINUIDA *(Ejes Cruzados 1-#4 / b3-6)* • Módulo generador: **T+1/2 - T+1/2** • transposiciones posibles: **3** • Intervalos: **1 b3 b5 6** • Sonidos: **4**
MODO IIIº *(Eneáfona)*	TRIADA AUMENTADA • Módulo generador: **2T** • transposiciones posibles: **4** • Intervalos: **1 3 #5** • Sonidos: **3**

MODO	GEOMETRÍA OMITIDA
MODO IVº	Ejes Cruzados 1-#4 / b2-5 • Módulo generador: **1/2 - 2T+1/2** • transposiciones posibles: **6** • Intervalos: **1 b2 #4 5** • Sonidos: **4**
MODO Vº	MODO Vº • Módulo generador: **1/2 - 2T - 1/2** • transposiciones posibles: **6** • Intervalos: **1 b2 4 #4 5 7** • Sonidos: **6**
MODO VIº	Ejes Cruzados 1-#4 / 2-b6 • Módulo generador: **T - 2T** • transposiciones posibles: **6** • Intervalos: **1 b2 4 #4 5 7** • Sonidos: **6**
MODO VIIº	Eje TRITONO • Módulo generador: **3T** • transposiciones posibles: **6** • Intervalos: **1 #4** • Sonidos: **2**

MODO	GEOMETRÍA OMITIDA
Hexatónica Tono y medio - semitono	Hexatónica Tono y medio - semitono • Módulo generador: T+1/2 - 1/2 • transposiciones posibles: **4** • Intervalos: **1 #2 3 5 b6 7** • Sonidos: **6**
Hexatónica Tono y medio - semitono - tono	Hexatónica Semitono - tono y medio - tono • Módulo generador: 1/2 - T+1/2 - T • transposiciones posibles: **6** • Intervalos: **1 b2 3 #4 5 b7** • Sonidos: **6**
Hexatónica Semitono - tono y medio - tono	Hexatónica Tono y medio - semitono - tono • Módulo generador: T+1/2 - 1/2 - T • transposiciones posibles: **6** • Intervalos: **1 #2 3 #4 6 b7** • Sonidos: **6**

Cabe destacar la interesante geometría del MODO VIº en la que conviven las dos triadas aumentadas de la escala de tonos con el acorde disminuido. Ofrece incluso la posibilidad de incorporar la escala Napolitana Mayor. [2]

MODO VIº



1	**T - 1/2 - 1/2 - T** **1 2 b3 3 #4 #5 6 b7** Hexátona Triada aumentada Tetrada disminuida
2	**1/2 - 1/2 - T - T** **1 b2 2 3 #4 5 b6 b7** Hexátona Triada aumentada
3	**1/2 - T - T - 1/2** **1 b2 b3 4 #4 5 6 7** **Napolitana Mayor** Tetrada disminuida
4	**T - T - 1/2 - 1/2** **1 2 b3 3 #4 #5 6 b7** Hexátona Triada aumentada

Contiene cuatro distribuciones interválicas diferentes. La primera y la tercera son puramente simétricas. La segunda y la cuarta son simétricas entre sí. Indicamos en el cuadro algunos recursos disponibles para cada uno *(El uso de la Napolitana mayor se asocia al tercero).* [3]

El enfoque de Oliver Messiain en la utilización de sus modos es plenamente atonal. El efecto simétrico que producen es idóneo para manejar los módulos generadores sin que ningún sonido adquiera mayor protagonismo que los demás. [4]

Sin embargo es frecuente su uso también desde un enfoque tonal y funcional *(como hemos visto en la hexátona de tonos enteros y en la octófona disminuida).*

[2] Napolitana Mayor. Cap. 4.18

[3] Esta escala de ocho sonidos la podemos obtener al añadir un intervalo de quinta disminuida (o cuarta aumentada) en la Napolitana Mayor, por lo que será otra opción atractiva para los acordes menores con séptima mayor.

[4] Messiaen expone los siete modos de transposición limitada y su manera de emplearlos en su libro "La técnica de mi lenguaje musical"(1944). El volumen contiene además reflexiones muy interesantes sobre cuestiones rítmicas, formación de acordes "cluster", polimodalidad e incluso sobre música hindú y cánticos de los pájaros.

5.12- MUSICA ATONAL Y DODECAFONISMO

El concepto *"atonalismo"* define una manera de hacer música en la que prescindimos de las funciones tonales y de un centro tonal identificable. Su aparición en la música occidental es también una consecuencia directa de la implantación del sistema temperado. Surge con la evolución del cromatismo romántico de la segunda mitad del XIX y encontramos clarísimos antecedentes de vaguedad tonal en las obras de Liszt, Wagner, Mahler o Debussy entre otros.

Es en los comienzos del siglo XX cuando alcanza un desarrollo pleno. El politonalismo de Cowell, Ives, Bartok o Stravinsky implican la ausencia de un centro tonal definido y claro.

La figura de Arnold Shoenberg es de crucial importancia en el desarrollo teórico y estético de la música atonal y en el posterior desencadenamiento del movimiento dodecafonista. Su música es equiparada con la abstracción pictórica de Kandinski y es enmarcada dentro del movimiento expresionista. Su obra temprana se sitúa en el Posromanticismo, pero a partir de 1909 está considerada como atonal *(aunque el mismo rechazaba esta acepción prefiriendo emplear el término "politonal").* Su legado musical y literario es muy extenso, por lo que son numerosos los textos de donde podemos extraer sus reflexiones teóricas y estéticas.

A pesar de ser duramente criticado por atentar contra más de tres siglos de tradición musical, Shoenberg es en realidad gran conocedor y amante de la música clásica. En su *"Tratado de Armonía"* de 1910 analiza en profundidad los fundamentos de la música tonal de manera certera y totalmente ortodoxa, de manera que cumple a la perfección su papel pedagógico para la enseñanza de la armonía clásica, pero paralelamente reflexiona y cuestiona cada uno de los postulados tradicionales. La enseñanza de la música, según su punto de vista, debe aprenderse como otras artesanías con rigor y acatando las limitaciones. Limitaciones que por otro lado son simplemente un simple artificio pedagógico y que nada tienen que ver con la actividad creadora libre. Valora el concepto *"consonancia-disonancia"* desde una perspectiva estética sujeta a los cánones de una determinada época. De este modo, las leyes de la armonía no son inamovibles, ya que evolucionan y pueden cambiar con el tiempo. Esta perspectiva cultural pone en evidencia la idea de que la tonalidad está fundamentada en los principios naturales del sonido constituyendo un sistema perfecto en sí mismo. Shoenberg desmonta este ideal poniendo de manifiesto las imperfecciones y los errores del modelo tonal basado en la consonancia de los armónicos básicos de la tónica, la dominante y la subdominante. Las frecuencias de estos armónicos son aproximadas pero no exactas en el sistema temperado, en el que la única consonancia real que se cumple es la de las octavas. Además, entre los intervalos más avanzados de la serie también se encuentran presentes las *"disonancias"*, con lo cual pueden ser igualmente valorados como elementos presentes en la naturaleza del sonido.

Shoenberg también analiza problemáticas e imperfecciones del sistema tonal derivados de las composiciones de sus contemporáneos que le conducen a valorar la necesidad de un nuevo modelo musical en el que tengan cabida las cada vez más numerosas situaciones excepcionales.

Tras la Primera Guerra Mundial, en 1923 publica su *"Método de composición con doce sonidos"* en el que formula las bases del movimiento dodecafonista. Este sistema rompe completamente con la jerarquía que establecen los sistemas tonales entre notas musicales. Desaparecen las funciones tonales y el concepto *"consonancia-disonancia"* carece de validez. Los doce sonidos son tratados como iguales y se busca el equilibrio entre ellos sin que ninguno ejerza ningún tipo de protagonismo con respecto a los demás. Con este propósito se emplea la técnica de la

“Serie Original”, en la que se establece un orden de aparición para las doce notas sin que se permita la repetición de ninguna hasta que hayan sonado todas. Invirtiendo el orden de aparición de las notas de la *“Serie Original”* se obtiene el *“Retrógrado”*. La *“Inversión”* se obtiene al realizar la *“Serie Original”* pero con los intervalos en sentido inverso (si en la *“Serie Original”* hay entre un intervalo y el siguiente una segunda mayor ascendente, en la *“Inversión”* aplicamos una segunda mayor descendente). Finalmente, en el *“Retrógrado de la Inversión”* se reproduce la *“Inversión”* pero empezando por la última nota y terminando en la primera. Cada una de estas cuatro posibilidades (*“Serie Original”, “Retrógrado”, “Inversión” y “Retrógrado de la Inversión”*) puede ser ejecutada a partir de cualquiera de los doce sonidos, por lo que existen 48 combinaciones posibles.

Shoenberg junto con sus alumnos Berg y Weber forman la llamada *“Segunda Escuela Vienesa”.(La primera estaba constituida por Haydn, Mozart y Beethoven*). Esta autodenominación es una clara declaración de intenciones. Pretenden situar de nuevo la música austriaco-alemana a la cabeza de la innovación musical. El Dodecafonismo continua su evolución con las aportaciones de Berg y Webern, que aplican las leyes creadas por Shoenberg, incluso para concederse la libertad de quebrantarlas. Se utilizan ejes de simetría o interválicas opuestas para la creación de series, series paninterválicas, paninterválicas opuestas.. El concepto dodecafonista se basa en una combinatoria matemática de probabilidades al servicio de una vanguardística y rompedora estética musical. Webern amplia el concepto serial a otros elementos musicales como el ritmo, dinámicas de intensidad, articulación abriendo camino a una nueva vertiente dodecafónica, el Serialismo Integral.

Con la llegada al poder del partido nazi el Dodecafonismo es prohibido en Alemania. Las implicaciones filosóficas de un sistema musical en el que no existe una jerarquía entre sus sonidos y todos son considerados como iguales no son admisibles en una forma de gobierno vertical basado en la autoridad militarista. El Dodecafonismo es etiquetado como una forma de bolcheviquismo y Shoenberg *(que además era de origen hebreo)* se ve obligado a emigrar a EEUU.

El Dodecafonismo es en su día una tendencia revolucionaria y muy atrevida, contará por supuesto con la crítica y la oposición de los músicos más conservadores. Quizás la mayor de las aportaciones que realiza esta tendencia es el atrevimiento y la originalidad de hacer posible la música de una manera diferente a lo preestablecido. Supone un gran estímulo y un fuerte impulso para las vanguardias que tienen lugar durante la segunda mitad del s. XX. Incluso compositores contemporáneos a los tres de Viena sujetos a otras tendencias musicales *(como por ejemplo Stravinsky)* realizarán incursiones en este terreno experimental.

6. SERIE ARMÓNICA Y COMPASES IRRACIONALES

6.0 Motivación y declaración de intenciones.

6.1 Polirritmias en los intervalos de octava y quinta.

6.2 Figuras rítmicas de la serie armónica y polirritmias entre sus intervalos.

6.3 Ritmicón.

6.4 Rítmica de la serie armónica invertida.

6.5 Armónicos e intervalos en una cuerda vibrante.

6.6 Compases irracionales.

6.7 Adiestramiento en el manejo de los compases.

6.8 Compases e intervalos.

6.9 PPM y frecuencia.

6.10 Cambio de tono rítmico.

6.11 Valor añadido en el numerador del compás.

6.0- MOTIVACIÓN Y DECLARACIÓN DE INTENCIONES

El desarrollo de esta sexta parte constituye una de las principales apuestas de este trabajo en su globalidad. Es una de las razones por las que decidí embarcarme en este proyecto, precisamente por suponer probablemente una aportación poco explotada en el estudio de la armonía musical.

La perspectiva aquí defendida contempla el fenómeno ondulatorio de las notas musicales como un elemento rítmico cuya proporcionalidad puede ser representada con el manejo de las figuras rítmicas.

Por definición, una nota musical es producto de un movimiento vibratorio que se repite cíclicamente de manera constante. Su naturaleza es por lo tanto de carácter rítmico. Tomando como ejemplo un *"La4"*, la repetición del movimiento fundamental se reproduce 440 veces en el transcurso de un segundo. Decimos que la frecuencia de esta nota es de 440 Hertzios (Hz).

Aunque manejamos una escala de tiempo muy acelerada, la proporcionalidad entre intervalos viene determinada por la duración de sus respectivos ciclos vibratorios. Se podría afirmar que la música *(melódica)* consiste en encajar estos "micro-ritmos" que son las notas musicales en una escala rítmica más amplia, cercana al latido de un corazón o al paso de un caminante. Las connotaciones filosóficas de esta perspectiva son verdaderamente muy interesantes, ya que definen la verdadera naturaleza fractal de la música al conectar ritmo y armonía bajo los mismos parámetros y geometrías.

Esto nos conduce a pensar no únicamente en el **ritmo de la armonía**, sino que de aquí se deriva también la **armonía del ritmo**. En esta doble perspectiva es donde vamos a encontrar las utilidades prácticas del estudio. Por un lado, vamos a comprender mejor qué es lo que sucede entre dos intervalos perfectos que suenan simultáneamente, ya que la *"consonancia-disonancia"* puede ser analizada como un fenómeno polirrítmico.

En la otra dirección, aplicando los conocimientos teóricos que nos aporta comprender el funcionamiento de la serie armónica y sus aproximaciones al temperamento igual, podemos llegar a manejar los compases como un elemento dúctil y maleable realizando modulaciones rítmicas con diferentes itinerarios que llegan a puntos aproximadamente iguales. [1]

Cada compás puede ser entendido como la longitud de una cuerda que vibra. La serie armónica ofrece múltiples posibilidades para dividir o multiplicar la longitud de la cuerda y cada fracción representa la modulación a otro intervalo (o compás). Estas fracciones funcionan a la perfección para expresar compases aplicando la lógica de los **compases irracionales**, de manera que intervalos perfectos y métrica son manejados con los mismos parámetros. [2]

[1] Las inexactitudes serán producto de las diferencias existentes entre los intervalos de la serie armónica y los del temperamento igual. Estas diferencias no han supuesto un problema para sostener el imperfecto modelo tonal, no han de serlo necesariamente en la otra dirección.

[2] Son compases irracionales aquellos que emplean un número diferente a la serie exponencial de dos en su denominador. Por ejemplo 4/5. Los fundamentos y el funcionamiento de estos compases serán explicados detalladamente en próximos capítulos.

Esta concepción musical no es verdaderamente una idea innovadora, puesto que ya fue sostenida por el norteamericano **Henry Cowell** en su libro "***Nuevos Recursos Musicales***" [3] publicado en 1930.

Ha sido de manera muy reciente a la redacción de estas páginas que he conocido el trabajo de Cowell gracias a la tesis del músico islandés **Torfi Einarsson** , cuyo título es "**Irrationality**". [4] Recomiendo encarecidamente su lectura a todos aquellos que estén interesados en conocer el origen y la historia de los compases irracionales y su manejo entre compositores de música contemporánea de diferentes generaciones. Einarsson analiza el uso estético-musical y las concepciones teóricas de Cowell, Schnebel ,Ferneyhough, Mahnkopf, Cox ,Adès y Kondo en torno al concepto de los compases irracionales. Einarsson cuestiona asimismo en su tesis la carencia rítmica en los planes educativos, que no han tenido nunca en cuenta el adiestramiento en el manejo de estos compases.

Mis incursiones personales en este terreno parten de la curiosidad autodidacta. Ritmo y armónicos naturales tenían muchas cosas en común. Me pareció que para poder comprender mejor ambos se hacía necesario entenderlos como una sola cosa. De este modo los intervalos podían ser entendidos como una cuestión polirrítmica y al mismo tiempo era posible una estructuración del tiempo basada en las proporciones que rigen la serie armónica.

Una vez posicionados en este punto, la deducción de la nomenclatura para los compases irracionales cae por su propio peso. A lo largo de la historia, la expresión de los intervalos perfectos se ha realizado en diferentes culturas en forma de fracción. Estas fracciones han servido para la afinación de los instrumentos de cuerda y viento. Simultáneamente, el cifrado empleado en la música occidental para determinar los compases se basa también en una fracción de tiempo, solo que estas fracciones estaban limitadas al empleo de exponentes de dos en el denominador *(3/2, 4/4, 12/8...).*

El denominador de estas fracciones indica la figura rítmica que utilizamos como unidad *(2=blanca, 4=negra, 8=corchea, 16=semicorchea..).* El numerador indica cuántas de estas figuras entran en un compás. (3/4= tres negras por compás). Los compases tradicionales están expresando por lo tanto una proporcionalidad con respecto a la duración de una redonda *(3/4= tres cuartas partes de redonda).*

Es muy habitual encontrar cambios de compás en los que cambia el numerador de la fracción. *(Por ejemplo, un cambio de 6/8 a 5/8).* Sin embargo, la escritura tradicional no da respuesta coherente para cuando queremos realizar un cambio de compás utilizando el valor de un tresillo, cinquillo o sietillo. Para hacerlo lo ortodoxo era indicar un cambio en el valor de los PPM de las figuras rítmicas ,o bien establecer un comparativa entre el valor previo y posterior de las figuras (Por ejemplo: Tresillo=negra).

Una vez hemos adquirido consciencia de que los compases están representando una proporción con respecto a la redonda, resulta evidente que una fracción de 7/5 puede ser entendida como un compás en el que entran siete quintos de redonda, es decir, siete cinquillos.

[3] Henry Cowell- "New Musical Resources" 1930
[4] Einar Torfi Einarsson- "IRRATIONALITY- Metric Structures and Quantified Space"- Amsterdam 2009

Llevaba una larga temporada manejando la idea fraccional de los compases cuando por fin descubrí que ya existía previamente. Era demasiado obvio como para que no lo hubiera pensado alguien antes. He de decir que me sorprendió el nombre que tienen *(en matemáticas los números irracionales no pueden ser expresados mediante una fracción, por lo no encuentro muy lógica esta denominación).* Pero al mismo tiempo despertó en mí gran entusiasmo ver que iba por el buen camino al descubrir que había sido capaz de llegar a la misma conclusión por mis propios medios. Sin embargo, el material que encontraba no terminaba de satisfacer mi inquietud, puesto que solamente trataba la cuestión rítmica sin abordar lo para mí más esencial, su vinculación con los intervalos de la serie armónica.

La biografía de Cowell y su libro *"Nuevos recursos musicales"* me hizo revivir el entusiasmo por segunda vez. Fue verdaderamente muy emocionante descubrir que Cowen había caminado por esta vereda hace un siglo. Su argumentación, su estudio rítmico de la serie armónica coincidía con las mismas conclusiones a las que había llegado por mis propios medios. Los fundamentos y las bases de los compases irracionales estaban por lo tanto íntimamente ligados al estudio de la serie armónica. Estaba convencido de que tenía que existir alguien en el siglo XX que hubiera dedicado tiempo al estudio de esta cuestión, era a Henry Cowell a quien había estado buscando.

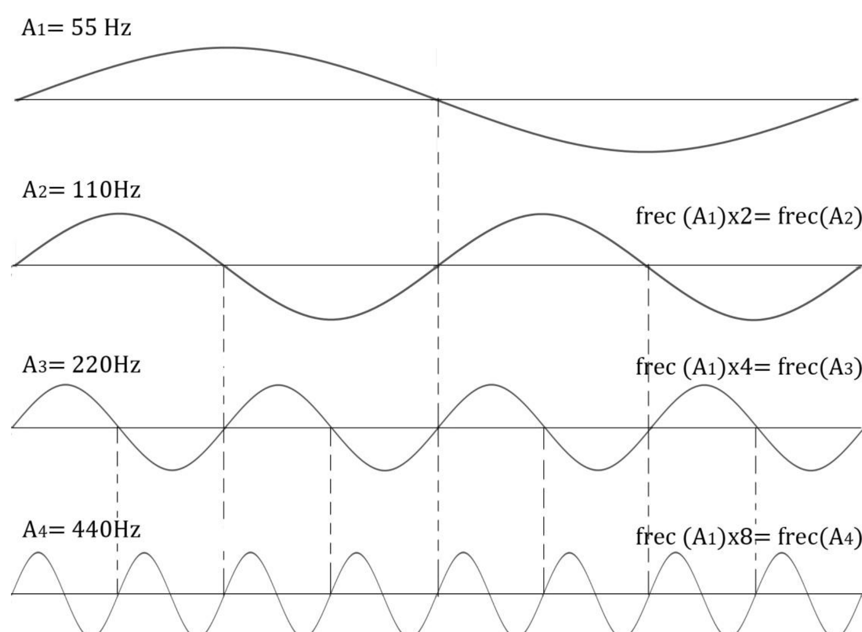
6.1- POLIRRITMIAS EN LOS INTERVALOS DE OCTAVA Y QUINTA

Tomaremos como punto de partida una similitud muy llamativa y significativa entre ritmo y armonía. La existente entre los sucesivos intervalos de octava de una nota y el árbol de las figuras rítmicas elementales.

Como ya estudiamos en la primera parte de este trabajo, el **intervalo de octava** de una nota se genera cuando la segunda nota vibra doblando la frecuencia de la primera. [1]

frec(A) x 2 = frec(A')

El número de periodos que realiza cada onda en el mismo tiempo se duplica con cada nueva octava. El crecimiento de las frecuencias es exponencial y se corresponde con los armónicos de la nota original 2, 4, 8, 16...



Es exactamente lo mismo que sucede con las figuras rítmicas elementales. Una redonda se divide en dos blancas, cuatro negras, ocho corcheas, dieciseis semicorcheas, etc.. De manera que podemos equiparar los periodos de cada octava empleando el árbol de las figuras rítmicas:



[1] La primera y segunda parte de este estudio son fundamentales para poder manejar con soltura los conceptos de esta sexta parte, por lo que haremos referencia a estos capítulos iniciales en diferentes momentos. Se aconseja su lectura y comprensión previa antes de seguir avanzando.

El primer paso ya está dado, es así de simple. La consonancia de las octavas se explica por generar la polirrítmia más básica al duplicar las figuras rítmicas. Cuando dos notas suenan simultáneamente con este intervalo, el oído reconoce el acompasamiento generado entre sus frecuencias. Encontramos tanta similitud entre ellas que incluso las nombramos como a una misma nota.

Vamos a exponer un segundo ejemplo analizando qué es lo que sucede entre una nota y su **intervalo de quinta justa** *(considerado como el segundo más consonante por detrás de la octava).* [2]

Con este propósito, recordamos cuales son los tres primeros intervalos generados en la serie armónica. El segundo armónico se corresponde con la octava de la fundamental y el tercero con el intervalo de quinta en el registro de la segunda octava.

	Intervalo	Ejemplo
Arm1	1	C
Arm2	8ª	C’
Arm3	5ª	G’

Para representar rítmicamente los tres ciclos del tercer armónico hacemos uso de tresillos, de manera que estas tres frecuencias se pueden representar de la siguiente manera:

	Intervalo	Ejemplo
Arm1	1	C
Arm2	8ª	C’
Arm3	5ª	G’

3

El intervalo de **quinta justa** se genera entre los armónicos dos y tres, de manera que la consonancia entre intervalos se produce por esta polirrítmia entre sus frecuencias:

Intervalo	Ejemplo
1	C
5ª	G

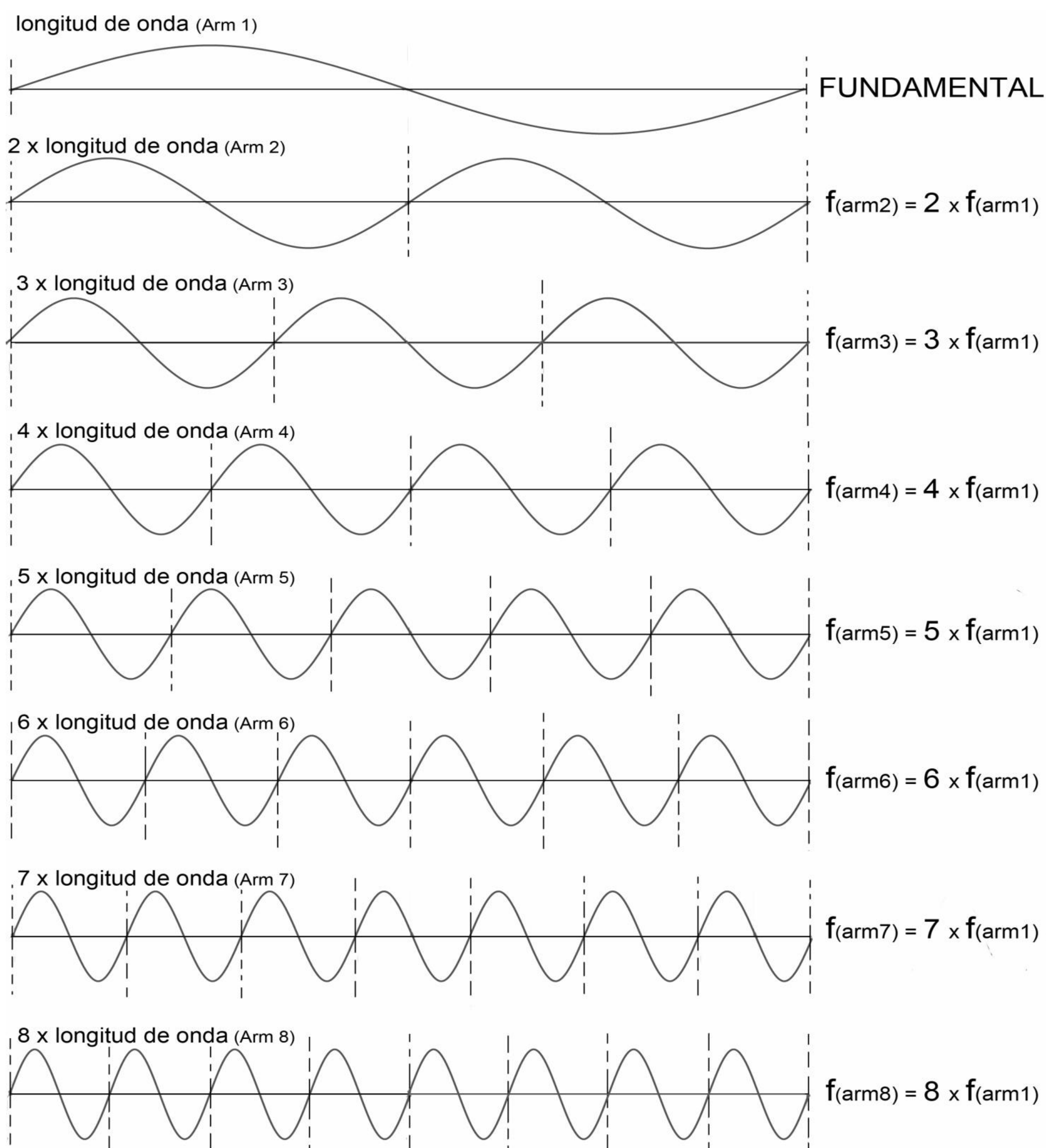
3

[2] Aclaramos en este punto que manejamos en todo momento intervalos perfectos propios de la serie armónica, no intervalos temperados.

6.2- FIGURAS RITMICAS DE LA SERIE ARMÓNICA Y POLIRRITMIAS ENTRE SUS INTERVALOS

Puesto que hemos establecido como primer paso la traducción al lenguaje rítmico de algunos armónicos y el análisis de las polirritmias que se dan en las consonancias más básicas *(octava y quinta)*, vamos a desglosar la métrica de los demás armónicos de la serie para poder analizar las polirritmias de otros intervalos y establecer más conclusiones interesantes acerca de cómo está estructurada la serie.

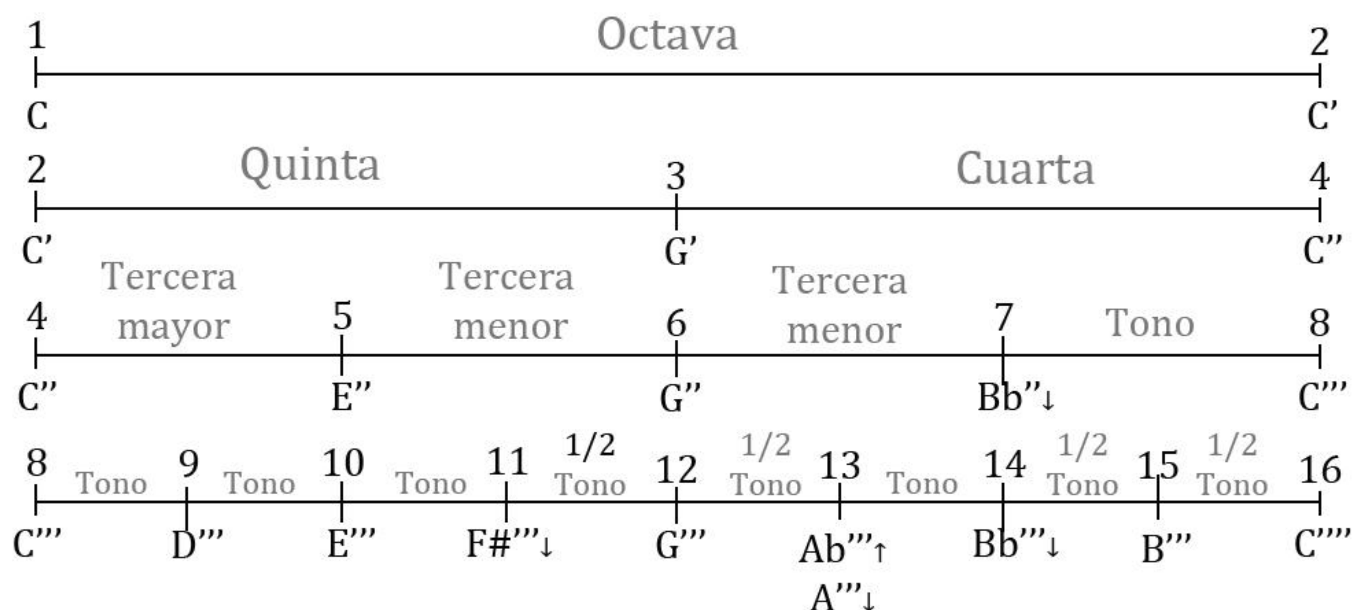
Conviene recordar que en esta serie cada número natural multiplica el número de periodos y la frecuencia de la nota fundamental dividiendo simultáneamente la longitud de onda *(ya que son estas magnitudes inversamente proporcionales).*



Estableciendo la **redonda** como medida de la **frecuencia fundamental**, las figuras rítmicas que dividan su duración en N partes iguales se corresponderán con los **armónicos de la serie**:

	Intervalo	Ejemplo
Fundamental	1	C
Arm2	8	C’
Arm3	5	G’
Arm4	8	C’’
Arm5	3	E’’
Arm6	5	G’’
Arm7	b7	Bb’’
Arm8	8	C’’’
Arm9	2	D’’’
Arm10	3	E’’’
Arm11	#4	F#’’’
Arm12	5	G’’’
Arm13	b6/6	Ab/A’’’
Arm14	b7	Bb’’’
Arm15	7	B’’’
Arm16	8	C’’’’
Arm17	b2	Db’’’’

Ya conocemos los intervalos que hay entre armónicos. fueron estudiados en el capítulo 2.4.



A partir del desglose rítmico de la serie armónica que acabamos de hacer, deducimos las **polirritmias** que se dan entre los intervalos generados.

Intervalo de octava

Arm1 C

Arm2 C'

Intervalo de quinta

Arm2 C'

3

Arm3 G'

Intervalo de cuarta

3

Arm3 G'

Arm4 C''

Tercera mayor

Arm4 C''

5

Arm5 E''

Séptima menor

Arm4 C''

7

Arm7 Bb''

Séptima mayor

Arm8 C'''

15

Arm15 B'''

Sexta mayor

Arm3 G'

Arm5 E''

Sexta menor

Arm5 E''

Arm8 C'''

Hay casos en los que por **enarmonía** podemos obtener el mismo intervalo con diferentes métricas. Aunque estos resultados pueden ser bastante aproximados, no son en ningún caso exactamente iguales, su proporcionalidad matemática no va a coincidir a la perfección puesto que no estamos manejando intervalos temperados.

Tritono (#4/b5)

Arm8 C'''

Arm11 F#'''

Tritono (#4/b5)

Arm5 E''

Arm7 Bb''

Los armónicos 5, 6 y 7 están distribuidos por saltos de tercera menor. Entre los armónicos 7, 8, 9, 10 y 11, los saltos son de un tono. Los armónicos 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 y 22 se distribuyen por semitonos. Pero estos saltos no son homogéneos, lo que va a generar más casos de enarmonía inexacta para la expresión de los intervalos de tercera menor, segunda mayor y segunda menor.

Tercera menor

Arm5 E''

Arm6 G''

Tercera menor

Arm6 G''

Arm7 Bb''

Segunda mayor

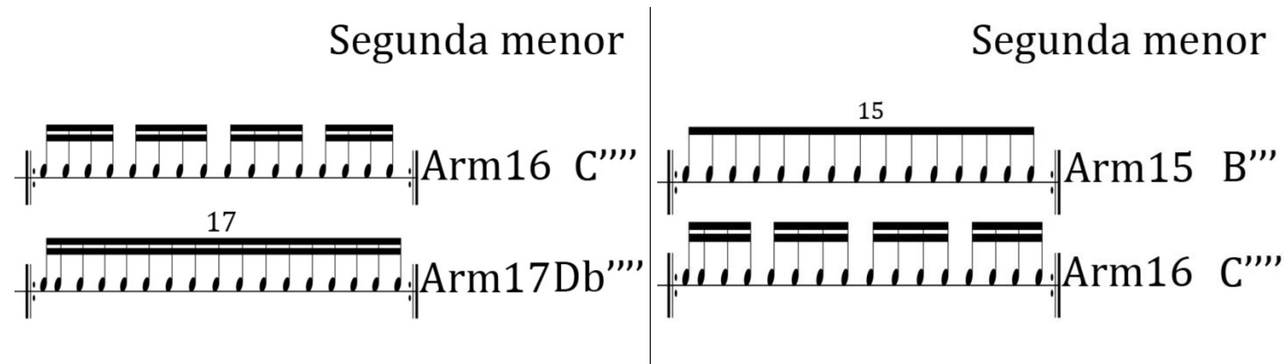
Arm8 C'''

Arm9 D'''

Segunda mayor

Arm7 Bb''

Arm8 C'''



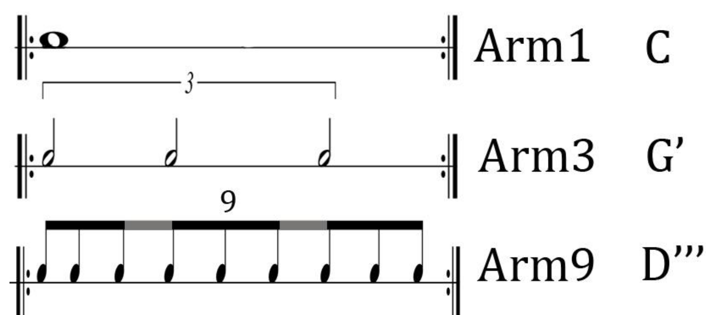
Los armónicos pares suponen la octavación de un armónico anterior de la serie. Por lo tanto, son los impares los que dan lugar a la aparición de nuevas notas. La serie armónica de un sonido incluye además las sucesivas series armónicas de todos sus armónicos.

Raíz 1ª	Arm**2** 8ª	Arm**3** 5ª	Arm**4** 8ª	Arm**5** 3ª	Arm**6** 5ª	Arm**7** b7ª	Arm**8** 8ª
1 C	**2** C´	**3** G´	**4** C´´	**5** E´´	**6** G´´	**7** Bb´´	**8** C´´´
2 C´	**4** C´´	**6** G´´	**8** C´´´	**10** E´´´	**12** G´´´	**14** Bb´´´	**16** C´´´´
3 G´	**6** G´´	**9** D´´´	**12** G´´´	**15** B´´´	**18** D´´´	**21** F´´´	**24** G´´´´
4 C´´	**8** C´´´	**12** G´´´	**16** C´´´´	**20** E´´´´	**24** G´´´´	**28** Bb´´´´	**32** C´´´´´
5 E´´	**10** E´´´	**15** B´´´	**20** E´´´´	**25** G#´´´´	**30** B´´´´	**35** D´´´´	**40** E´´´´´
6 G´´	**12** G´´´	**18** D´´´	**24** G´´´´	**30** B´´´´	**36** D´´´´	**42** F´´´´	**48** G´´´´´
7 Bb´´	**14** Bb´´´	**21** F´´´	**28** Bb´´´´	**35** D´´´´	**42** F´´´´	**49** Ab´´´´	**56** Bb´´´´´
8 C´´´	**16** C´´´´	**24** G´´´´	**32** C´´´´´	**40** E´´´´´	**48** G´´´´´	**56** Bb´´´´´	**64** C´´´´´´
9 D´´´	**18** D´´´´	**27** A´´´´	**36** D´´´´´	**45** F#´´´´´	**54** A´´´´´	**63** C´´´´´´	**72** D´´´´´´

Esta disposición refleja simplemente la estructura típica de una **tabla pitagórica de multiplicar**. Los números primos no guardan relación directa con sonidos anteriores, pero los números que pueden ser descompuestos están vinculados a las series de sus respectivos submúltiplos.

Sucede por ejemplo con el **noveno armónico**. El número nueve es resultado de multiplicar por tres el número tres. De manera que el noveno armónico de la nota fundamental será además el tercer armónico del armónico tres. Esto explica la consonancia por quintas justas entre una nota, su intervalo de quinta y su intervalo de novena. [1]

[1] Este caso fue ya expuesto en la página 112.



De este modo sus nueve corcheas pueden ser agrupadas en tres grupos de tres coincidiendo rítmicamente con los tres pulsos del armónico tres.

Otro caso parecido es del **armónico quince**. Multiplicando tres por cinco obtenemos este número, por lo que quince corcheas pueden ser agrupadas en tres grupos de cinco o en cinco grupos de tres. El armónico quince va a funcionar en consecuencia como quinto armónico del armónico tres, o como tercer armónico del armónico cinco. [2]



Las notas correspondientes a estos armónicos generan a partir de la raíz la **tetrada mayor con séptima mayor**, considerado como el acorde de cuatro sonidos más estable y consonante. [3]

De este último ejemplo podemos observar además una conclusión muy interesante que nos va a facilitar mucho la comprensión y la práctica de las polirritmias. En una polirritmia de tres contra cinco podemos buscar una subdivisión común a ambos números multiplicando estos dos números (3 x 5 = 15). Como acabamos de comprobar, la subdivisión de quince partes puede agruparse en tres grupos de cinco o en cinco grupos de tres. De esta manera resulta mucho más sencillo ubicar las figuras del tres contra cinco.

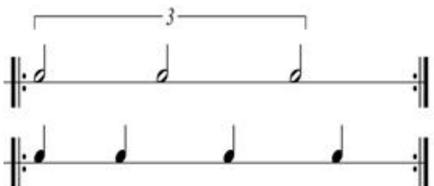
1					2					3				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1			2			3			4			5		

Este concepto es válido para cualquier otra polirritmia. Una polirritmia de 3 contra 4 puede subdividirse en 12 partes *(que se pueden agrupar en 3 grupos de 4 o en 4 grupos de 3)*. 4 contra 5 en 20 partes; 5 contra 6 en 30 partes, etc...

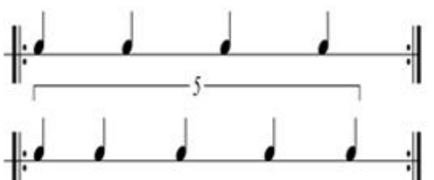
[2] Ver página 114.
[3] Ver página 129.



C’	1	2				
G’’	1	2	3	4	5	6
G’	1	2	3			



G’	1	2	3									
G’’’	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
C’’	1	2	3	4								



C’’	1	2	3	4																
E’’’’	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
E’’	1	2	3	4	5															

G’	1	2	3																		
F’’’’	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Bb’’	1	2	3	4	5	6	7														

C’’	1	2	3	4																								
Bb’’’’	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Bb’’	1	2	3	4	5	6	7																					

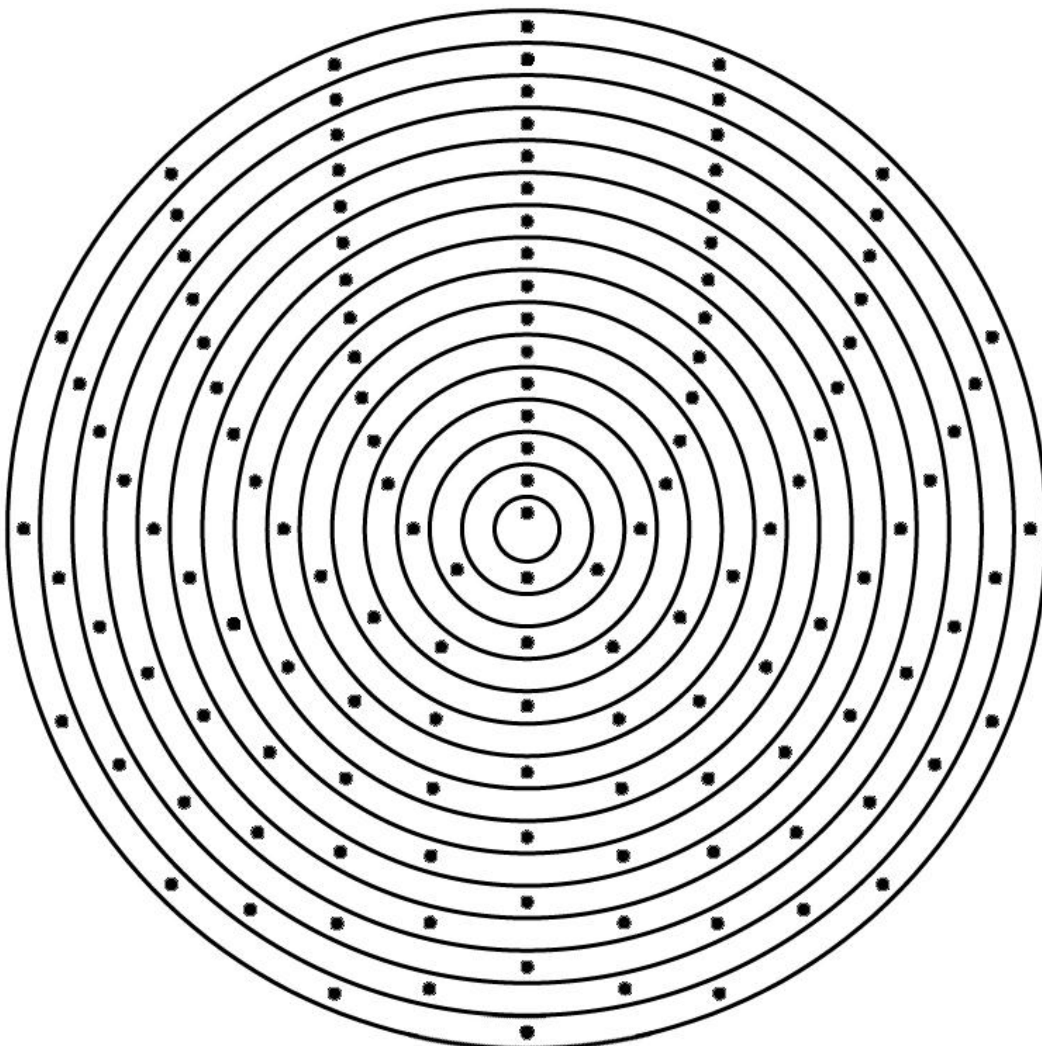
6.3- RITMICÓN

Para un músico no resulta demasiado complicado realizar las polirritmias de octava o de quinta. Son las que tienen mayor musicalidad y las encontramos constantemente en mucha de la música que se escucha habitualmente. Sin embargo, realizar simultáneamente cinquillos enfrentados a sietillos *(por ejemplo)* en una tarea ciertamente compleja.

En 1931, tras la publicación de su libro, Henry Cowell encarga a Leon Theremin la construcción de un aparato diseñado para realizar las polirritmias derivadas de la serie armónica. Esta máquina recibe el nombre de Rhytmicon *(también conocida como Polyrythmicon)* y está considerada como la primera caja de ritmos electrónica de la historia.

El Rythmicón cuenta con un pequeño teclado con dos octavas de recorrido. Cada tecla está asociada a un armónico de la serie. Es capaz de reproducir las dieciséis primeras subdivisiones de una redonda de forma simultánea. Su funcionamiento está basado en un sistema foto-mecánico. Consta de una rueda giratoria con perforaciones. Cuando la luz atraviesa dichos agujeros es recibida por unos foto-receptores eléctricos que activan el sonido. Cada una de las dieciséis teclas actúa sobre un círculo de la rueda, que cuenta con diferentes orificios distribuidos de forma equidistante en función de su posición *(un agujero el primer círculo, dos el segundo, tres el tercero, etc..)*

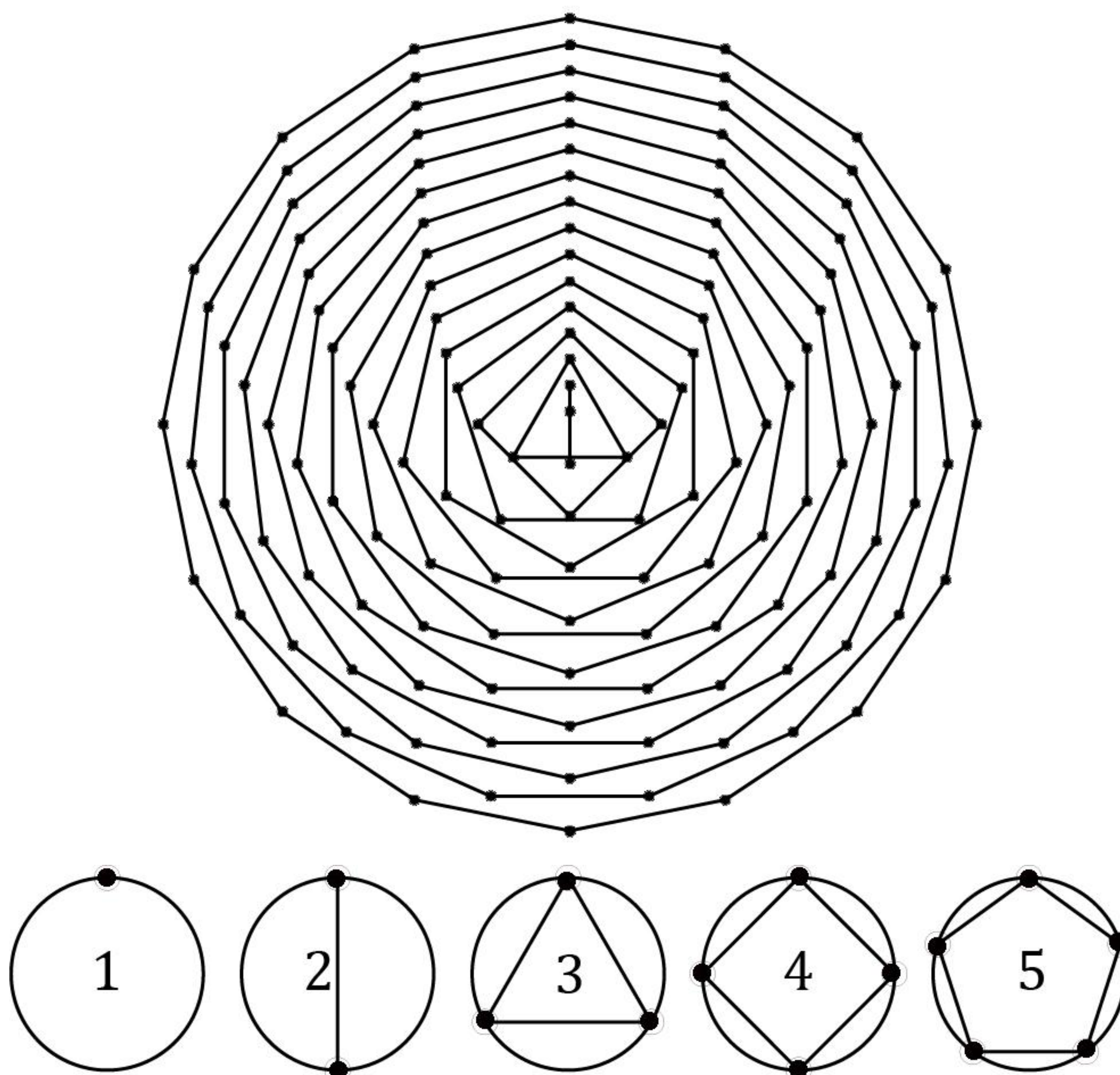
Rueda de Rythmicon:



Es de suponer que Cowell ideara este artilugio con la idea de poder estudiar mejor las polirritmias derivadas de la serie armónica. Theremin solamente construirá dos prototipos más y el aparato no alcanza demasiado desarrollo musical. Cowell compone un concierto para orquesta y Rythmicón y también una obra para Rythmicon y violín, pero el invento, a pesar de sorprender a la audiencia en su concepción, será recordado como una extravagancia futurista excesivamente robótico, carente de la emoción que implica el ejercicio de la música. Décadas después algunos músicos rescatan del olvido este singular instrumento para experimentar en sus creaciones musicales.

A pesar de todo, Cowell compone con posterioridad en 1938 un conjunto de piezas para piano bajo el título Rythmicana. *(Es el mismo título con el que había bautizado inicialmente a su concierto para Rythmicon y orquesta).* En estas piezas demuestra una gran habilidad pianística al combinar polirritmias melódicas ejecutadas simultáneamente con ambas manos utilizando el concepto polirrítmico del Rythmicon, algo que ya realizaba con anterioridad a la invención del mismo, como demuestra la pieza Fabric *(compuesta en 1917*).

La rueda del Rythmicon pone de manifiesto la naturaleza geométrica de la serie armónica. Al asociar la duración de una redonda al tiempo que tarda una rueda en dar un giro completo, apreciamos claramente cómo cada armónico da lugar a un polígono regular en función de su número de vértices.. *(una línea el armónico 2, un triángulo el 3, cuadrado 4, pentágono 5..)*

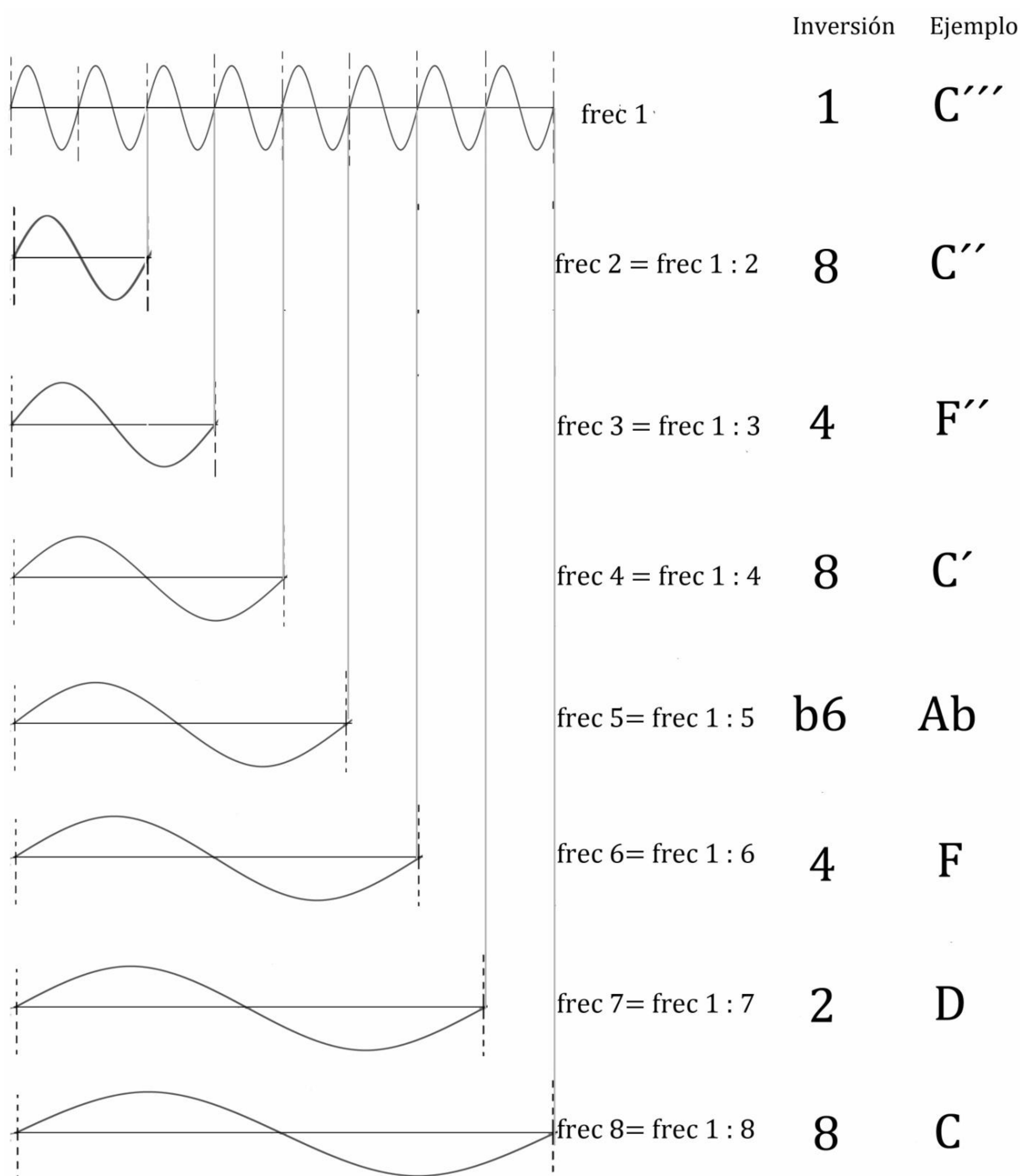


6.4- RÍTMICA DE LA SERIE ARMÓNICA INVERTIDA

A lo largo de la segunda parte definimos el concepto de **intervalo invertido** y analizamos las relaciones entre parejas de complementarios para su manejo en la armonía musical. También se explicó en el capítulo 2.5 en qué consiste la **serie armónica invertida** *(o serie subarmónica.)*

Desde la perspectiva de la serie armónica, las inversiones se generan multiplicando la longitud de onda en lugar de dividirla. De este modo dividimos simultáneamente su frecuencia en lugar de *multiplicarla (por ser magnitudes inversamente proporcionales)*.

En consecuencia, partiendo de un sonido agudo obtenemos sonidos progresivamente más graves, al revés de como sucede en la serie natural. Los intervalos obtenidos son los mismos que en la serie natural pero descendentes en lugar de ascendentes, por lo que también pueden ser expresados como **inversiones**.



Para expresar rítmicamente **la proporcionalidad de la serie armónica invertida**, partimos de una figura pequeña *(una semicorchea por ejemplo).* [1] Cada nuevo sonido ampliará su duración una figura más.

		Inversión	Ejemplo			Inversión	Ejemplo
1		1	C´´´´	9		b7	Bb
2		8	C´´´	10		b6	Ab
3		4	F´´´	11		b5	Gb
4		8	C´´	12		4	F
5		b6	Ab´	13		3/b3	E Eb
6		4	F´	14		2	D
7		2	D´	15		b2	Db
8		8	C´	16		8	C

Estamos definiendo simplemente una proporcionalidad, por lo que el resultado a partir de cualquier otra figura es similar. [2]

Proporción	1	5/4	3/2	7/4	2
Inversión	1	b6	4	2	8
Ejemplo	C´	Ab	F	D	C
Figuras					

[1] Aunque si quisiéramos ampliar aun más la serie podría valer incluso una fusa o semifusa.

[2] Por la misma razón podemos escribir una partitura tomando como referencia el pulso de las negras o el de las corcheas interpretadas a mitad de tempo con resultados idénticos.

La serie subarmónica permite expresar la polirritmia entre intervalos con otras figuras rítmicas diferentes, pero proporcionalmente iguales a los de la serie armónica:

SERIE ARMÓNICA	SERIE SUBARMÓNICA
Intervalo de quinta Arm2 C’ Arm3 G’	Intervalo de quinta Subarm 12 F 8 C´
Intervalo de cuarta Arm3 G’ Arm4 C’’	Intervalo de cuarta Subarm 4 C’’ 3 F’’’
Tercera mayor Arm4 C’’ Arm5 E’’	Tercera mayor Subarm 5 Ab’ 4 C’’

En estos ejemplos hemos tomado como referencia la nota **C** para todos los casos. Aunque la proporcionalidad entre figuras es la misma en las dos expresiones de cada intervalo, la duración de las figuras no lo es.

Vamos a fijarnos en el primer ejemplo *(el intervalo de quinta.)* La distancia que existe entre **C´** y **G´** es la misma que existe entre **F** y **C**´, por eso su proporcionalidad es la misma. Pero desde **C´** hasta **G´** el intervalo de quinta es **ascendente**, mientras que desce **C´** a **F** lo es **descendente**.

Como se puede apreciar en la página contigua, esta diferencia se materializa invirtiendo el número de pulsos necesarios para que coincidan los ciclos de sus polirritmias.

C´ 5ª asc 5ª desc G´ F	**5ª Ascendente** **2/3**	3 C' G'
	5ª Descendente **3/2**	C´ F

Estas fracciones no representan únicamente el numero de pulsos necesarios para que coincidan los ciclos, son además la **proporcionalidad** que define la **longitud de onda** del intervalo con respecto a la nota raíz. [3]

Intervalo	Polirritmia	Longitud de onda
5ª Ascendente 2/3	C' 3 G'	1 2/3
5ª Descendente 3/2	C´ F	1 3/2

Apreciamos claramente que la inversión de un intervalo ascendente nos conduce al mismo intervalo en sentido descendente *(y viceversa).*

[3]De manera inversamente proporcional en términos de frecuencia. Las proporciones de los intervalos perfectos y sus inversiones ya fueron estudiadas en términos de frecuencia en los capítulos 2.4 y 2.5.

Atendiendo a las polirrítmias analizadas en el capítulo 6.2 y a sus respectivas inversiones, establecemos la proporcionalidad de los intervalos perfectos en las series armónica y subarmónica en el rango de una octava.

SERIE ARMÓNICA		
Intervalo	**Polirritmia/ Longitud de onda**	**Frecuencia**
2ª menor ascendente	16/17 15/16	17/16 16/15
2ª mayor ascendente	8/9 7/8	9/8 8/7
3ª menor ascendente	5/6 6/7	6/5 7/6
3ª mayor ascendente	4/5	5/4
4ª ascendente	3/4	4/3
Tritono ascendente	8/11 5/7	11/8 7/5
5ª ascendente	2/3	3/2
6ª menor ascendente	5/8	8/5
6ª mayor ascendente	3/5	5/3
7ª menor ascendente	4/7	7/4
7ª mayor ascendente	8/15	15/8
8ª ascendente	1/2	2

SERIE SUBARMÓNICA		
Intervalo	**Polirrítmia/ Longitud de onda**	**Frecuencia**
2ªmenor desc (inv 7)	17/16 16/15	16/17 15/16
2ªmayor desc (inv b7)	9/8 8/7	8/9 7/8
3ª menor desc (Inv 6)	6/5 7/6	5/6 6/7
3ª mayor desc (Inv b6)	5/4	4/5
4ª desc (Inv 5)	4/3	3/4
Tritono descendente	11/8 7/5	8/11 5/7
5ª desc (Inv 4)	3/2	2/3
6º menor desc (Inv 3)	8/5	5/8
6ª mayor desc (Inv b3)	5/3	3/5
7ª menor desc (Inv 2)	7/4	4/7
7ª mayor desc (Inv b2)	15/8	8/15
8ª descendente	2	1/2

6.5- ARMÓNICOS E INTERVALOS EN UNA CUERDA VIBRANTE

Aunque las cuestiones fundamentales acerca del comportamiento físico en la vibración de cuerdas y columnas de aire ya fueron tratadas en los capítulos iniciales, vamos a repasar algunos de estos conceptos para profundizar antes de seguir avanzando. [1]

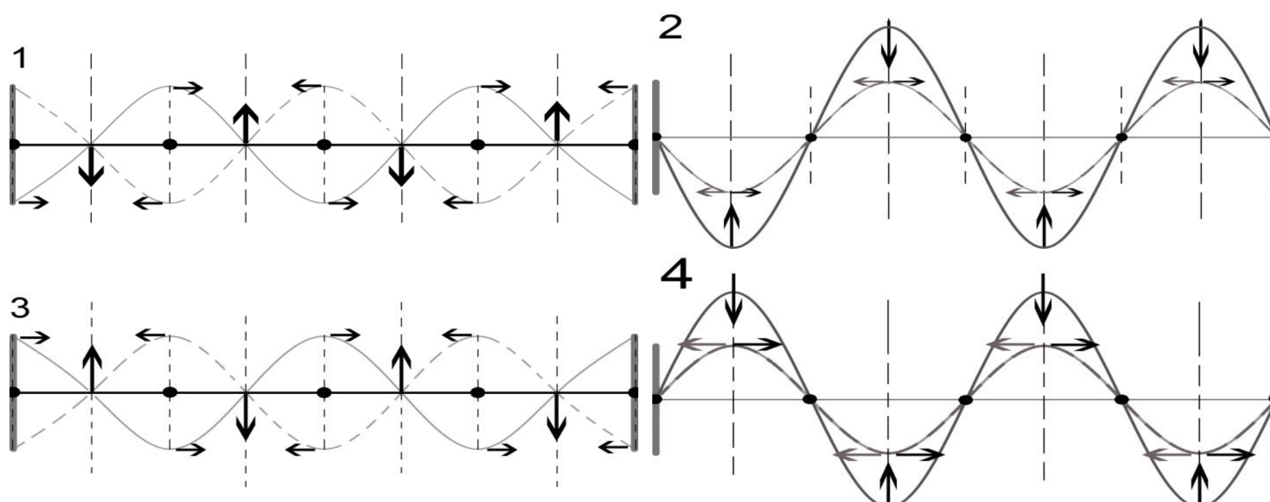
Marin Mersenne establece en el siglo XVII las leyes de la cuerda vibrante en las que vincula tensión, densidad, grosor y longitud de una cuerda con respecto a la frecuencia fundamental resultante.

Las leyes de Bernoulli (s. XXVIII) definen el comportamiento en la vibración de columnas de aire estableciendo la relación entre longitud del tubo y gas contenido en el mismo con respecto a la frecuencia resultante. Establece también las diferencias entre tubos abiertos y cerrados, ya que en los tubos cerrados únicamente aparecen los armónicos impares de la serie y la frecuencia fundamental es la mitad con respecto a un tubo abierto de igual longitud. En ambos casos la vibración se produce en la columna de aire *(que se comporta de manera muy similar a una cuerda, especialmente en tubos abiertos)* y no en el tubo que lo contiene.

No es necesario ampliar con más detalle las leyes de Mersenne y Bernoulli, ya que para todo lo que vamos a explicar lo que nos interesa fundamentalmente es la relación entre **longitud de onda** y **frecuencia**.

Como ya sabemos, las frecuencias estables que se producen en el movimiento ondulatorio de una cuerda o columna de aire son fruto de las **ondas estacionarias** que se generan. Al disminuir la longitud de la cuerda, disminuye también la longitud de onda y en consecuencia aumenta la frecuencia de manera inversamente proporcional.

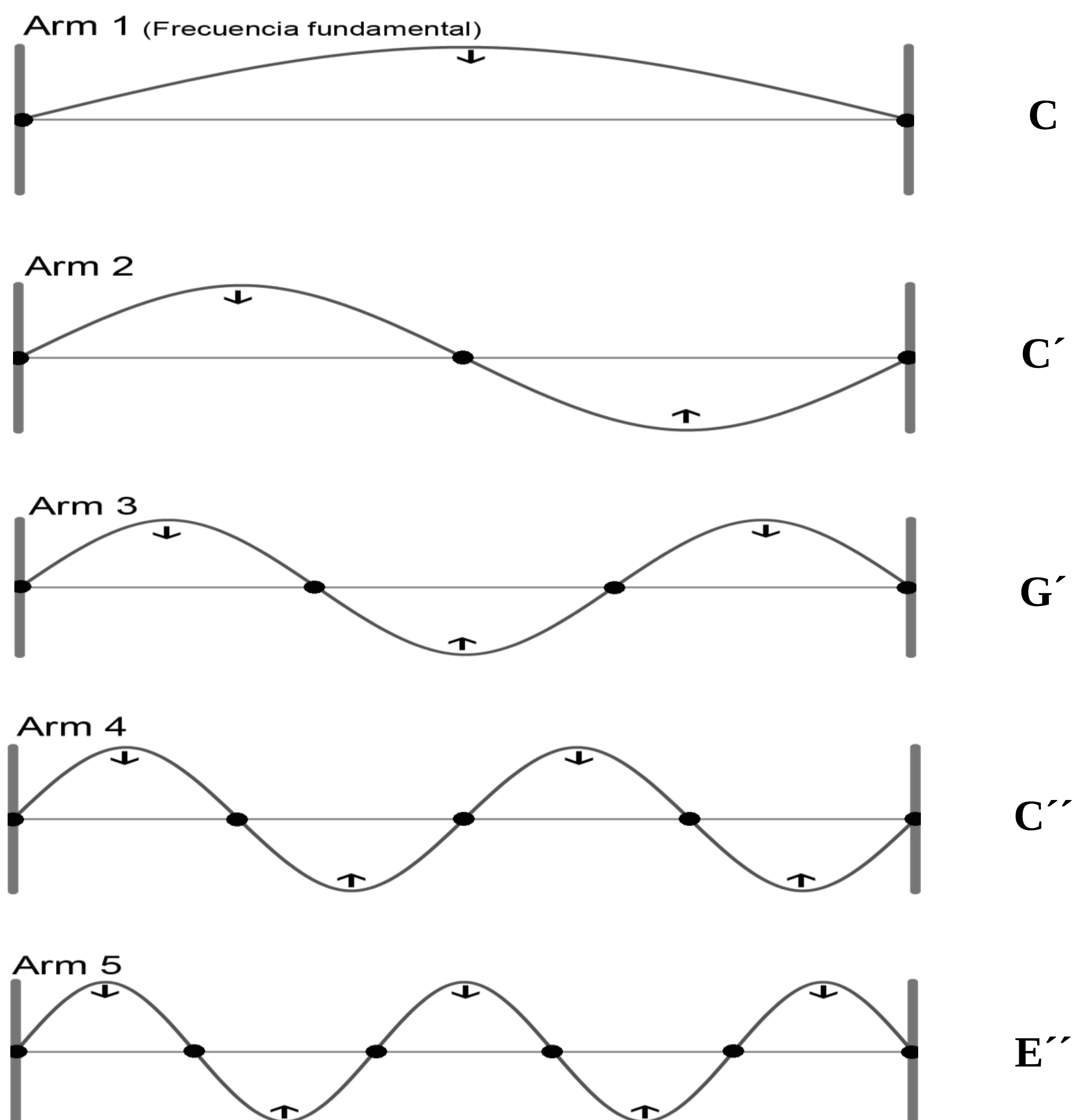
En el capítulo 1.2 explicamos la aparición de estas ondas estacionarias por la interferencia entre las constantes reflexiones de una onda atrapada entre dos obstáculos. En los puntos denominados nodos el movimiento vibratorio queda anulado, mientras que en los vientres o antinodos se duplica y penduléa.



[1] Se recomienda releer especialmente los capítulos 1.2 y 1.4 para una mejor comprensión de los temas a tratar.

En una cuerda que vibra conviven múltiples ondas estacionarias que definen el timbre del instrumento. Cada una de estas ondas estacionarias se asocia con un armónico natural en función de los nodos que contiene. La frecuencia fundamental cuenta con dos nodos situados en los extremos de la cuerda. El armónico dos cuenta con otro nodo más en la mitad de la cuerda. El armónico tres cuenta con cuatro nodos que dividen la cuerda en tercios, y así sucesivamente...

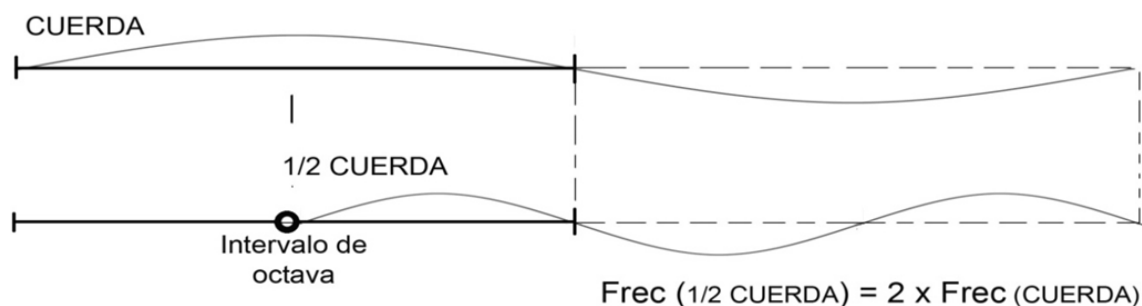
En los instrumentos de cuerda resulta muy fácil aislar y escuchar los primeros armónicos de la serie simplemente pulsando la cuerda mientras tapamos suavemente con un dedo en la posición de algún nodo. Al hacerlo anulamos todos los movimientos vibratorios de la cuerda a excepción de los armónicos que justo en ese punto no vibran.

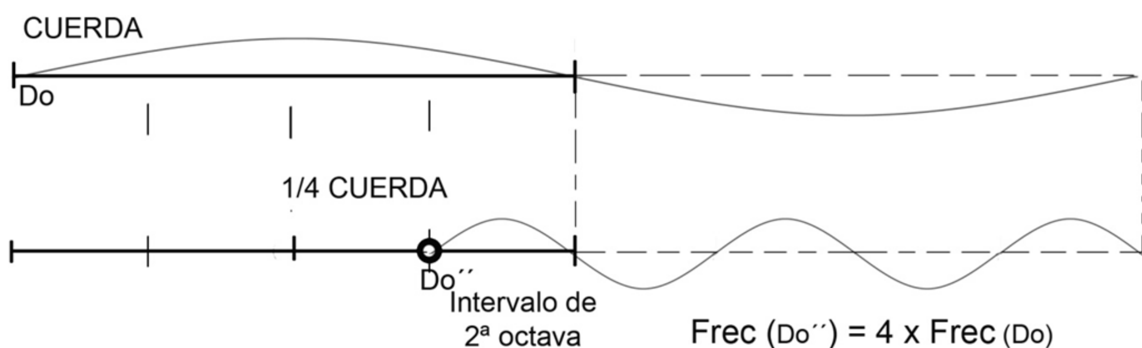


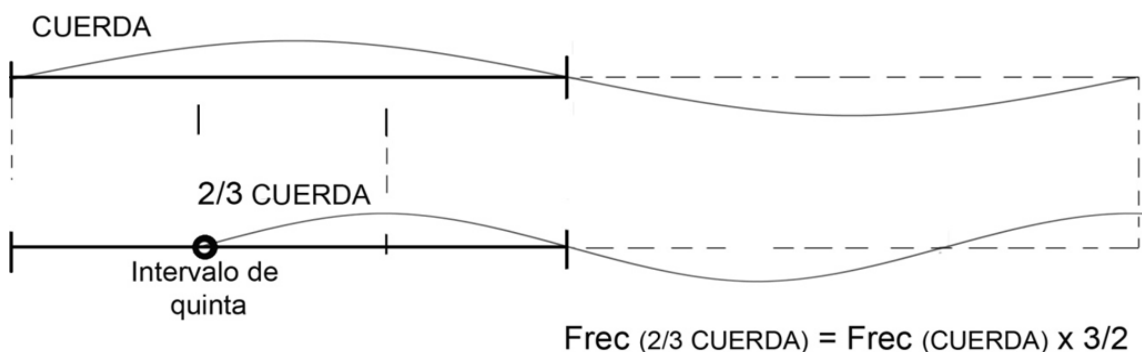
Hay que tener en cuenta no obstante que un mismo nodo puede ser compartido por diferentes armónicos, por lo que el sonido resultante incluirá una mezcla de todos los armónicos contenidos en ese punto. Sucede por ejemplo con el nodo central de la cuerda. No solamente vibrará el segundo armónico en ese punto, también el cuarto, sexto,octavo, etc..

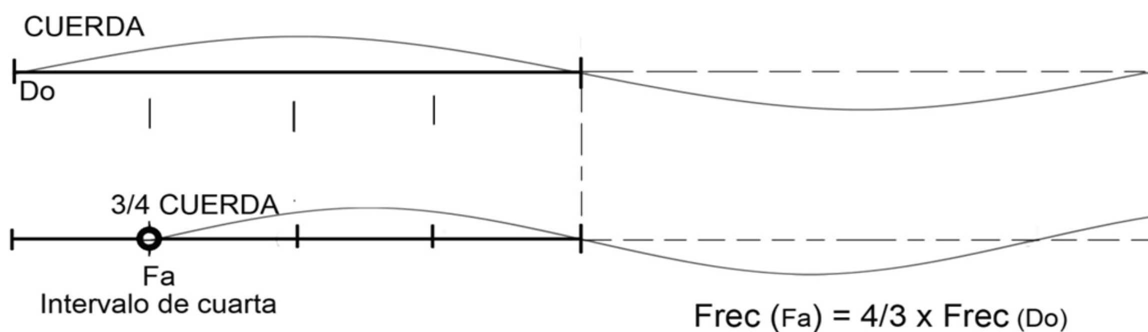
En el capítulo 1.4 explicábamos cómo en las culturas de la antigüedad se establecen los intervalos de la escala pitagórica. Esta afinación se basa en la proporcionalidad del segundo y tercer armónico. Pudimos observar claramente que la longitud de la cuerda es inversamente proporcional a la frecuencia resultante.

La longitud de onda cambia al variar la longitud de la cuerda, por lo que al presionar en cualquier punto acortamos ambas y obtenemos sonidos más agudos. En aquel capítulo constatamos la posición de los intervalos de octava, quinta y cuarta.









Atendiendo a las **proporciones perfectas** estudiadas en el capítulo anterior, las posiciones de los doce **intervalos ascendentes** en el rango de una octava se ubican en los siguientes puntos de la cuerda:

Intervalo	Ejemplo	Posición en la cuerda *(Longitud de onda)*	Proporción frecuencia	Frecuencia ejemplo
1	C´		1	130,80 Hz
b2	Db´	15/16 16/17	17/16 16/15	138,97 Hz 139,52 Hz
2	D´	7/8 8/9	9/8 8/7	147,15 Hz 149,48 Hz
b3	Eb´	5/6 6/7	7/6 6/5	152,60 Hz 156,96 Hz
3	E´	4/5	5/4	163,50 Hz
4	F´	3/4	4/3	174,40 Hz
#4/b5	F#´/Gb´	5/7 8/11	11/8 7/5	179,85 Hz 183,12 Hz
5	G´	2/3	3/2	196,20 Hz
b6	Ab´	5/8	8/5	209,28 Hz
6	A´	3/5	5/3	218 Hz
b7	Bb´	4/7	7/4	228,90 Hz
7	B´	8/15	15/8	245,25 Hz
8	C´´	1/2	2	261,62 Hz

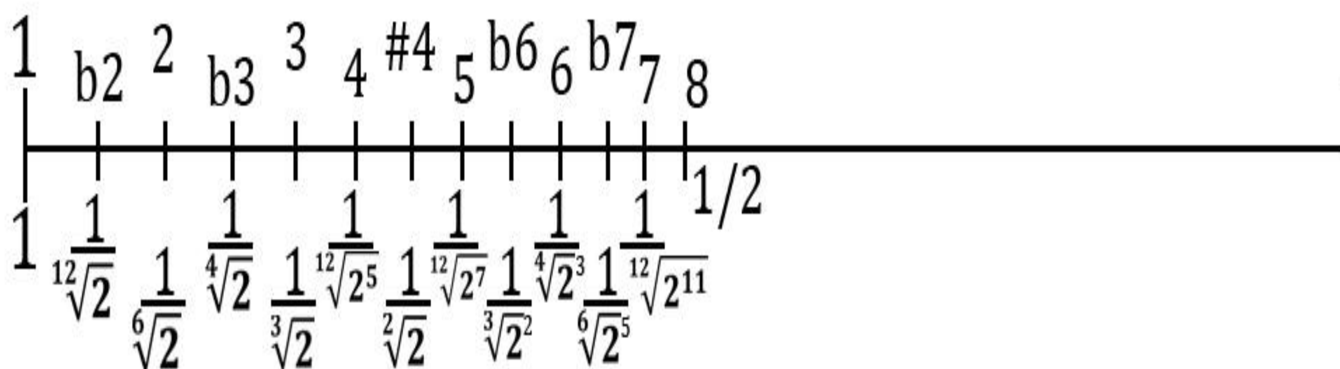
Al pulsar presionando sobre estos puntos variamos la longitud de onda y en consecuencia también la frecuencia. Cabe destacar las aproximaciones de los casos en los que aplicamos dos **proporciones diferentes para definir un mismo intervalo**.

Especialmente en el caso de la **tercera menor**, la diferencia es bastante destacable. La proporcionalidad 6/7 se basa en la distancia existente entre el sexto y el séptimo armónico. El séptimo armónico es notablemente más bajo que la séptima menor temperada, de ahí que este salto de tercera menor se quede algo bajo. Con la proporción 5/6 pasa lo contrario. Puesto que el armónico 5 se queda bajo de afinación con respecto a la tercera mayor temperada, obtenemos un salto de tercera menor más alto entre el quinto y el sexto armónico.

Estas fracciones representan intervalos perfectos, no temperados. Las diferencias con respecto al sistema temperado pueden ser bastante notables en algunos casos .[2]

Para la colocación **temperada de los trastes** *(en una guitarra por ejemplo)*, dividimos la longitud de la cuerda entre la raíz duodécima de dos y obtenemos el punto sobre el que habremos de situar el primer traste. Al acortar doce veces la cuerda mediante este mismo procedimiento desde cada nuevo punto obtenido alcanzaremos el centro de la cuerda *(traste 12)*.

También podemos aplicar directamente de forma invertida las proporciones definidas en la página 83 para calcular la **posición de cada intervalo temperado:** [3]



En una cuerda obtenemos intervalos ascendentes acortando la longitud de la misma como acabamos de hacer. Los **intervalos descendentes** a partir de la frecuencia fundamental de la cuerda implican longitudes de onda mayores, por lo que es necesario aumentar la longitud de la misma. [4]

Puesto que analizar la proporcionalidad de las longitudes de onda es el asunto que verdaderamente nos interesa en este capítulo, mantenemos el ideal de prolongar la longitud de la cuerda sin alterar su tensión, densidad y grosor para el siguiente análisis.

[2] En el capítulo 2.4 se analizan algunas diferencias entre intervalos temperados e intervalos de la serie armónica.

[3] En la página 83 se definen estas proporciones en términos de frecuencia. Para calcular sus respectivas longitudes de onda es necesario aplicarlas de manera invertida.

[4] Verdaderamente, bajando la tensión de la cuerda conseguimos también frecuencias más graves.

La proporcionalidad de las longitudes de onda y frecuencias de los **intervalos perfectos descendentes** enumerados en el capítulo anterior se refleja gráficamente de la siguiente manera:

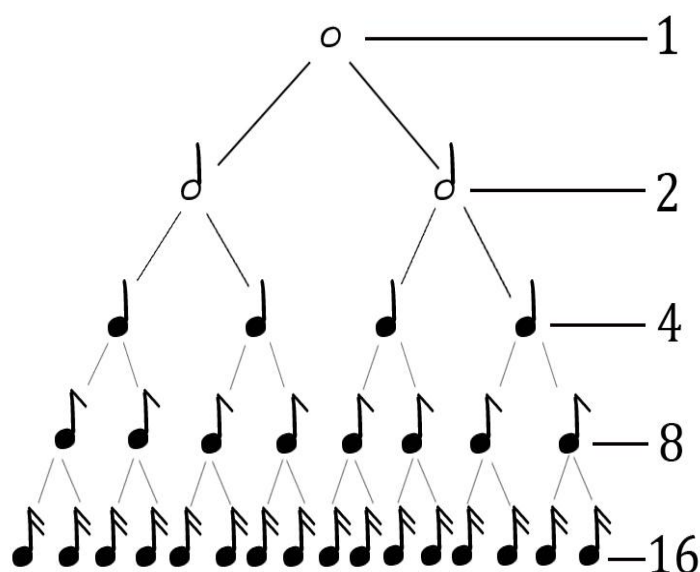
Intervalo desc.	Ejemplo	Longitud de onda	Proporción frecuencia	Frecuencia ejemplo
1	C´	1	1	130,80 Hz
b2 (Inv7)	B	17/16 16/15	16/17 15/16	123,10 Hz 122,62 Hz
2 (Inv b7)	Bb	9/8 8/7	8/9 7/8	116,26 Hz 114,45 Hz
b3 (Inv 6)	A	7/6 6/5	6/7 5/6	112,11 Hz 109,00 Hz
3 (Inv b6)	Ab	5/4	4/5	104,64 Hz
4 (Inv 5)	G	4/3	3/4	98,01 Hz
#4/b5	F#/Gb	7/5 11/8	8/11 5/7	95,12 Hz 93,42 Hz
5 (Inv 4)	F	3/2	2/3	87,20 Hz
b6 (Inv 3)	E	8/5	5/8	81,75 Hz
6 (Inv b3)	Eb	5/3	3/5	78,45 Hz
b7 (Inv 2)	D	7/4	4/7	74,74 Hz
7 (Inv b2)	Db	15/8	8/15	69,76 Hz
8	C	2	1/2	65,40 Hz

6.6- COMPASES IRRACIONALES

Como ya hemos aclarado en el capítulo 6.0, el concepto de compases irracionales se utiliza para nombrar aquellos compases cuyo denominador es diferente a un exponente de 2 *(por ejemplo un compás de 4/5).* El término "irracional" hace más bien alusión a una cuestión de tipo cultural-musical que matemática, ya que en matemáticas los números irracionales no pueden ser reducidos a una fracción y su expresión decimal acumula una infinidad de decimales sin seguir ningún tipo de patrón. *(Son números irracionales π y $\sqrt[2]{2}$, por ejemplo).*

En realidad, lo más irracional que tienen estos compases es quizá su nombre, puesto que su naturaleza matemática no es de tipo irracional, sino fraccional.

Los compases tradicionales ya atienden a esta lógica fraccional al ser su punto de partida establecer un valor numérico para las figuras rítmicas básicas en función de su proporcionalidad con respecto a una redonda.

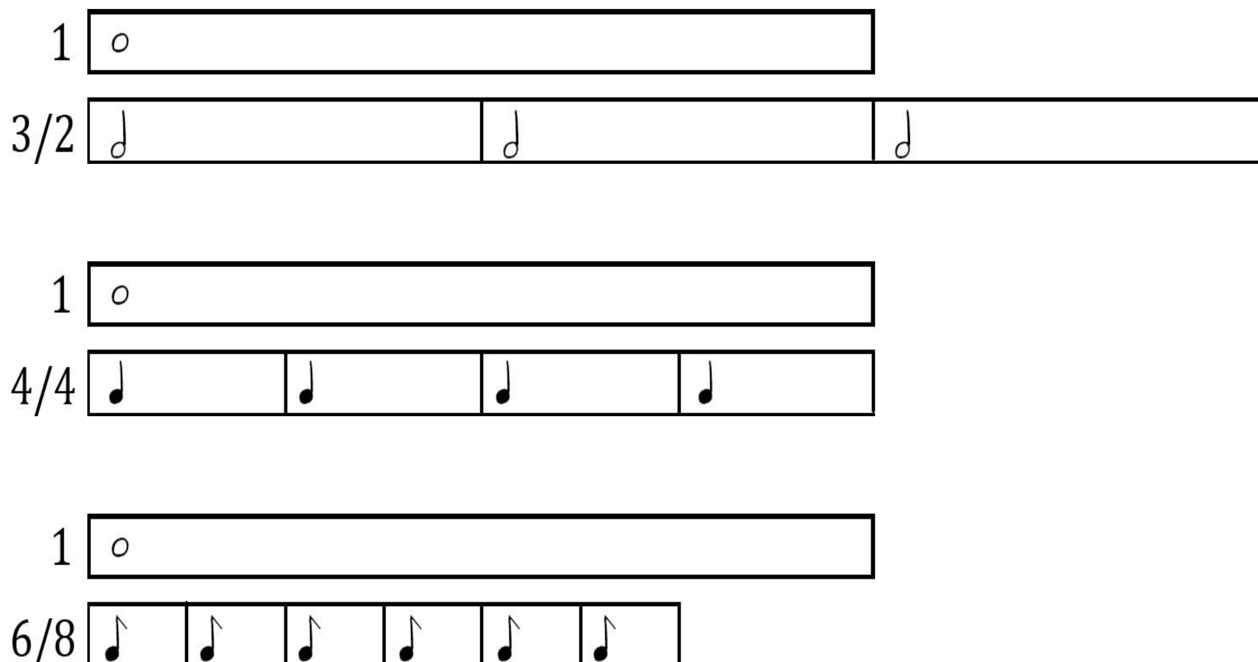


Considerando la redonda como unidad, el valor de una blanca es un medio, el de una negra es un cuarto, el de una corchea un octavo, y el de una semicorchea un dieciseisavo. Esta es la razón por la cual los compases tradicionales solo utilizan exponentes de dos en su denominador, ya que este número está haciendo alusión a la figura que se toma como referencia. El numerador de la fracción indica cuántas de estas figuras encajan por compás.

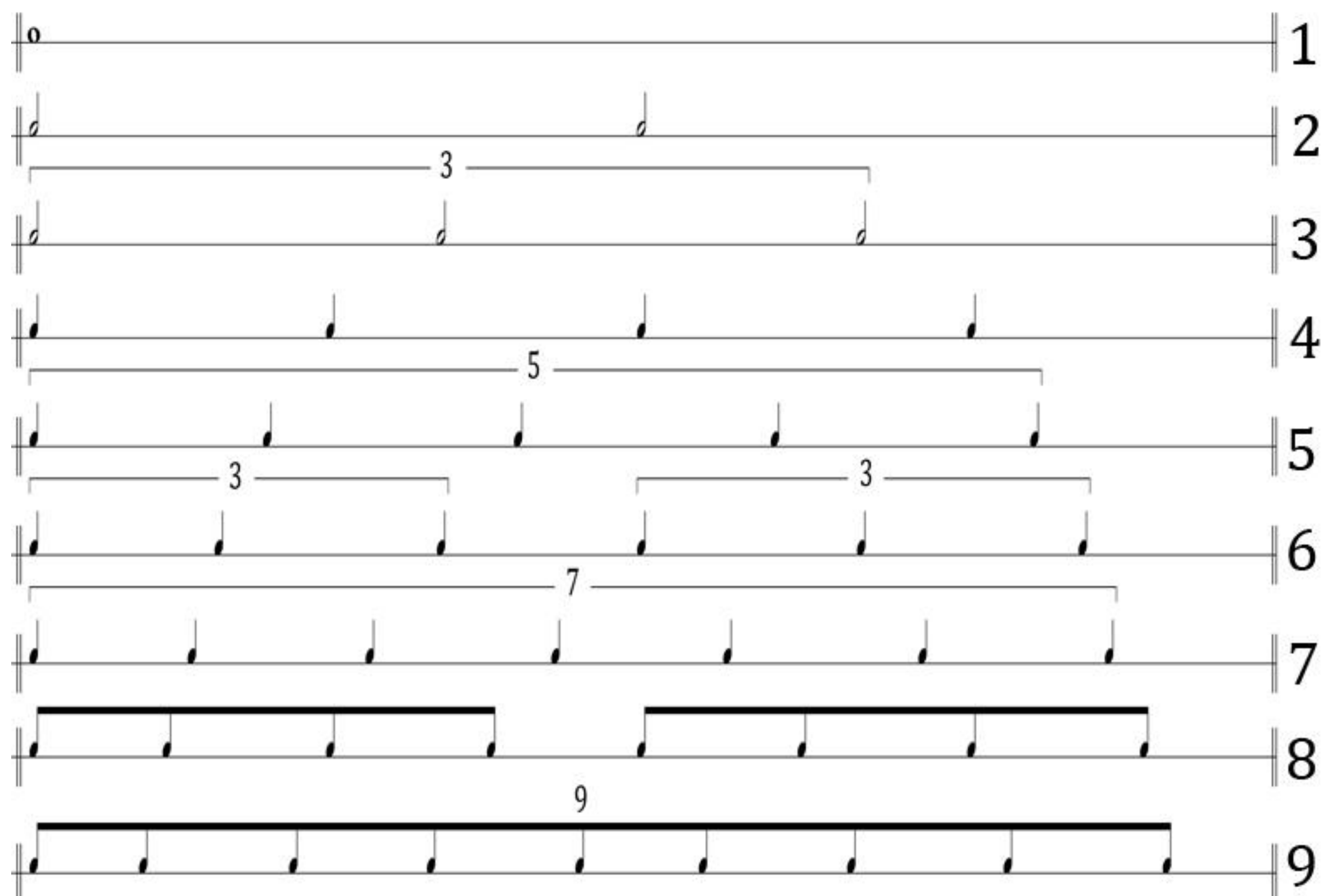
$\frac{3}{2} = \frac{3}{𝅗𝅥}$ $\frac{4}{4} = \frac{4}{♩}$ $\frac{6}{8} = \frac{6}{♪}$ $\frac{9}{16} = \frac{9}{𝅘𝅥𝅯}$

Un compás de 3/2 nos indica que entran tres blancas por compás, en un 4/4 entran cuatro negras por compás, en un 6/8 seis corcheas, 9/16 nueve semicorcheas por compás.

De manera intrínseca, estos compases definen una proporcionalidad temporal con respecto a la duración de una redonda. 3/2 representa la proporción de tres medios de redonda, 4/4 equivale a la duración de la redonda, 6/8 son seis octavos de redonda, y 9/16 nueve dieciseisavos de redonda.



Una vez entendida la naturaleza fraccional de los compases tradicionales, la pregunta resulta inevitable. ¿por qué limitarnos a entender todo utilizando únicamente mitades, cuartos, y octavos cuando verdaderamente podemos aplicar otros valores en el denominador? Ya hemos estudiado en capítulos anteriores las subdivisiones posibles de una redonda, por lo que es evidente que un tres en el denominador de un compás hará alusión a un tresillo de redonda, un cinco a un cinquillo, un siete a un sietillo, etc..



La serie armónica de una redonda puede ser por lo tanto expresada mediante todos los compases en los que numerador y denominador son un mismo número. Si pensamos en la rueda de un Rhythmicon, cada uno de estos compases va a realizar distintos repartos del círculo en porciones iguales, como si fueran trozos de una pizza.

1	1	C
2/2	8	C'
3/3	5	G'
4/4	8	C''
5/5	3	E''
6/6	5	G''
7/7	b7	Bb''
8/8	8	C'''
9/9	2	D'''
10/10	3	E'''

Las semicorcheas no aparecerían en la serie hasta la fracción 16/16. Estas proporciones implican cambios en el tempo de las figuras *(por lo que no vale lo mismo una negra a 4/4 que a 5/5, por ejemplo)*. Pero como es el compás el que nos está indicando la proporcionalidad, manejamos las figuras con total naturalidad, con sus equivalencias de siempre.

El valor de las figuras rítmicas va a coincidir para la expresión de una nota a lo largo de sus sucesivas octavas. Al duplicarse la frecuencia, la figura de referencia vale la mitad, por lo que van a encajar las mismas figuras con equivalencia idéntica.

C’ 2/2

C’’ 4/4

C’’’ 8/8

2/2, 4/4, 8/8, 16/16. Todos estos compases son equivalentes y nos entran las mismas figuras con resultados idénticos. Para tocar los pensamos como un 4/4 tradicional. Entran una redonda, dos blancas, cuatro negras, ocho corcheas o dieciséis semicorcheas por compás.

2/2

4/4

8/8

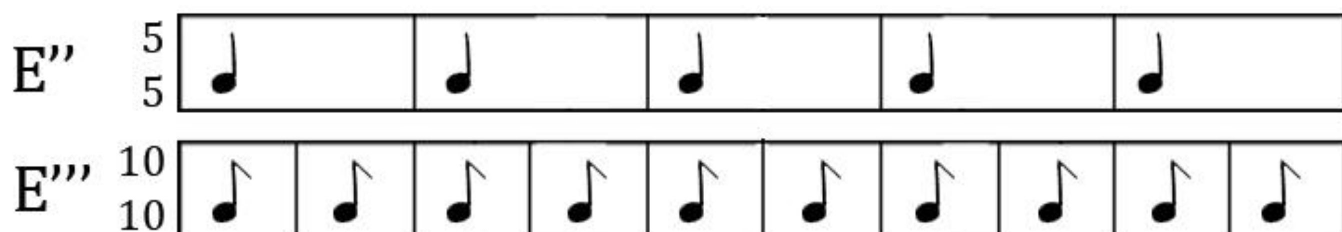
G’ 3/3

G’’ 6/6

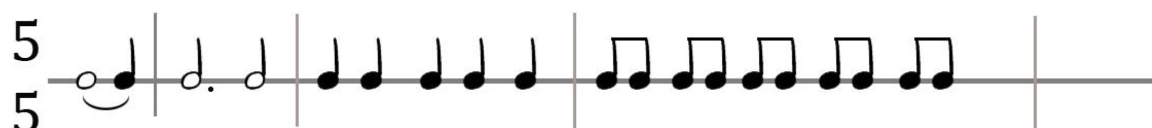
G’’’ 12/12

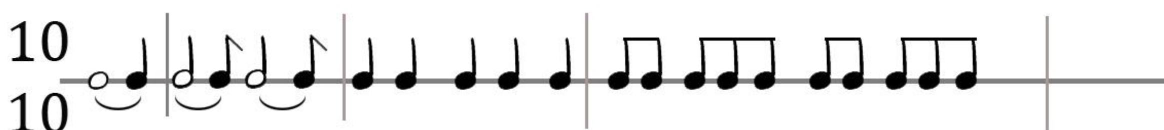
3/3, 6/6, 12/12, 24/24. Compases equivalentes. Nos entran las mismas figuras con resultados idénticos. Típicos compases ternarios. Aplicas la lógica de un 3/2 , 6/4, o 12/8 para tocar. Entran una redonda con puntillo, tres blancas, seis negras o doce corcheas por compás.

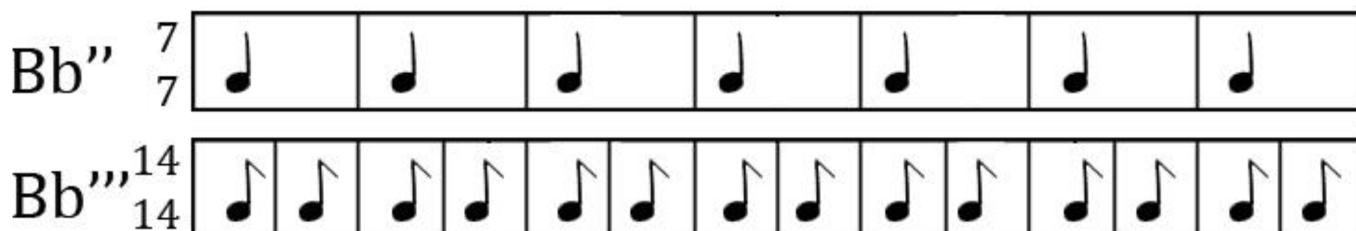




5/5, 10/10, 20/20. Compases equivalentes. Nos entran las mismas figuras con resultados idénticos. Aplicas la lógica de un 5/4 o un 10/8 para tocar. Entran una redonda ligada a una negra, blanca con puntillo+blanca, cinco negras o diez corcheas por compás.



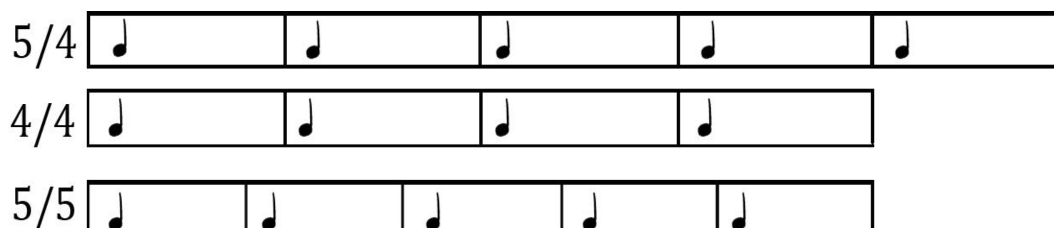




7/7, 14/14, 28/28. Compases equivalentes. Nos entran las mismas figuras con resultados idénticos. Aplicas la lógica de un 7/4 o un 14/8 para tocar. Siete negras, catorce corcheas, 28 semicorcheas...

Como hemos podido apreciar, los compases irracionales no incorporan ninguna novedad sustancial en lo referente al manejo de las figuras elementales. Este sistema es simplemente una ampliación del enfoque tradicional. Las nuevas posibilidades derivadas del uso de cualquier número en el denominador de la fracción siempre van a tener su equivalencia dentro del enfoque tradicional, por lo que podemos manejar los mismos recursos que ya utilizábamos en los compases de siempre.

En lo que verdaderamente repercute el manejo de los compases irracionales es en la facilidad para modular el tempo de las figuras. Los recursos que podemos utilizar en un 5/5 son exactamente los mismos que usaríamos en un 5/4. La diferencia reside en la duración de las figuras y consecuentemente, también del compás. Por ese motivo no es lo mismo desde un 4/4 cambiar a un 5/4 que cambiar a un 5/5.

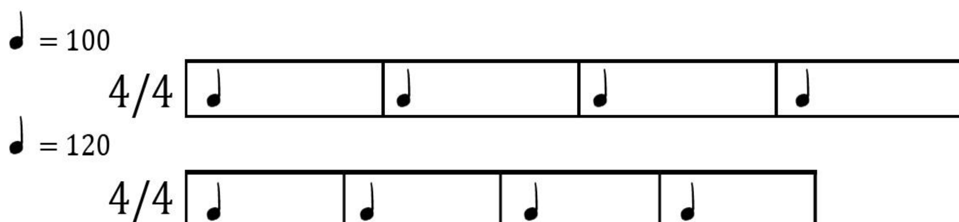


Verdaderamente, para cambiar de 4/4 a 5/5 no es necesario alterar el compás. Sería suficiente con utilizar cinquillos manteniendo el 4/4. Pero.. ¿qué sucede cuando queremos cambiar a un compás en el que encajen cuatro cinquillos? Aquí es donde vamos a comenzar a ver la gran utilidad que tienen los compases irracionales. Será suficiente con cambiar la barra de compás a 4/5.



Es cierto que existen **otros procedimientos** para hacer lo mismo sin dejar de utilizar los compases tradicionales.

- Uno de ellos sería **indicar el cambio de valor del BPM [1] de la negra**. Para ello debemos calcular el valor del nuevo BPM multiplicando el valor antiguo por 5/4, ya que es esta la proporcionalidad existente entre la antigua negra y la nueva.



[1] Beats Per Minute. En castellano PPM (Pulsaciones Por Minuto) Es la medida del tempo o metrónomo. Profundizaremos en este asunto en próximos capítulos.

- La otra forma de hacerlo sería indicar el cambio de proporcionalidad empleando la **equivalencia entre figuras rítmicas.** Para el ejemplo que estamos desarrollando, podríamos indicar que la nueva redonda equivale a cuatro cinquillos de los antiguos.



Las alternativas tradicionales al uso de compases irracionales dan respuesta al mismo problema de la modulación rítmica y pueden ser muy útiles cuando la modulación se realiza de manera puntual. Pero existen argumentos de peso para considerar el uso de los **compases irracionales como mejor opción**.

1. Tenemos un control matemático del tiempo más preciso y entendemos mejor la proporcionalidad de lo que estamos haciendo.

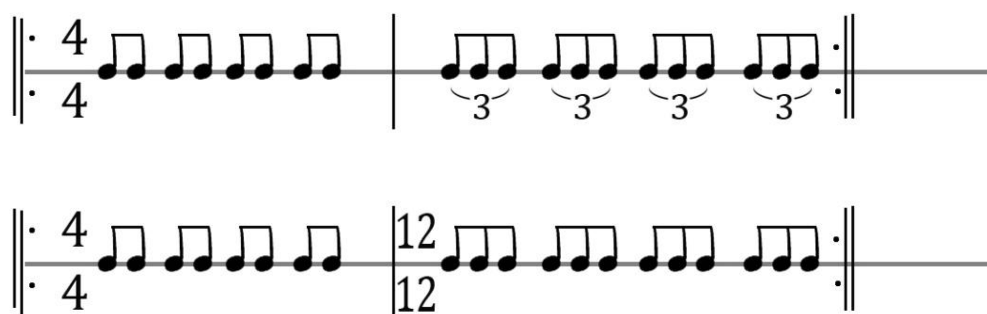
Si la lógica convencional de los compases ya está basada en la proporcionalidad de las mitades, cuartos, octavos de una redonda, no tiene demasiado sentido limitarnos a entender todo utilizando únicamente esas fracciones cuando verdaderamente podemos aplicar fracciones de todo tipo.

De este otro modo resulta muchísimo más sencillo y visual establecer relaciones entre compases, o representar gráficamente la proporcionalidad de los compases y las figuras rítmicas.

2. ***Los compases irracionales resultan más manejables para el problema de la modulación rítmica que las opciones tradicionales.***

Sobre todo si pretendemos realizar varias modulaciones seguidas. Nos ahorran tener que realizar cálculos matemáticos para las especificaciones del BPM y agilizan el cambio de proporcionalidad de las figuras, sin tener que realizar complejas especificaciones.

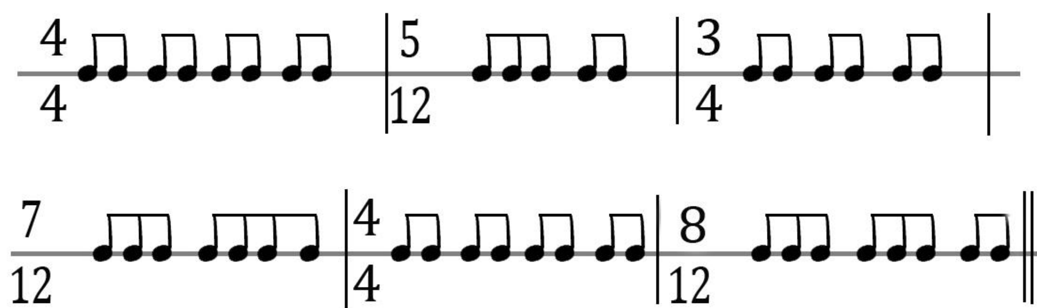
Vamos a exponer un ejemplo en el que lo podemos apreciar claramente. Los siguientes dos bucles son técnicamente lo mismo escrito de dos maneras diferentes. El primero utiliza tresillos y el segundo un compás irracional de 12/12. Se tocan exactamente igual..



Para tocar el ejemplo anterior puede ser preferible utilizar los tresillos y prescindir del 12/12, Pero.. ¿qué pasa cuando queremos hacer algo como esto otro..?



Estos compases descolocan la métrica del 4/4, porque estamos utilizando una medida de cinco tresillos en el 5/12 y de siete tresillos en el 7/12. Es verdad que se podría escribir de otras maneras indicando el cambio de valor de las figuras o del metrónomo, pero si hay varios cambios seguidos resulta más sencillo simplemente cambiar la barra del compás..



3. Las posibilidades para realizar cambios de compás se multiplican.

Es habitual encontrar cambios de compás en los que cambia el numerador de la fracción. *(Por ejemplo, un cambio de 6/8 a 5/8).* Sin embargo, la escritura tradicional no da respuesta coherente para cuando queremos realizar un cambio de compás utilizando el valor de un tresillo, cinquillo o sietillo, lo que genera que habitualmente no se hayan tenido muy en cuenta estas opciones.

4. Las proporciones de los compases irracionales tienen relación con la serie armónica y con los intervalos perfectos.

Lo que permite comprender mejor tanto el ritmo como la armonía estableciendo relaciones entre ambas. Experimentar rítmicamente la naturaleza de la serie armónica y los intervalos nos ayuda a entender cómo funcionan. Simultáneamente, es posible visualizar los compases y las figuras como notas musicales, de manera que conseguiremos generar mapas temporales para diseñar itinerarios encadenando distintas modulaciones rítmicas.

Las implicaciones filosóficas de este fenómeno son además muy interesantes, ya que denotan la verdadera naturaleza fractal de la música al conectar ritmo y armonía bajo los mismos parámetros y geometrías.

6.7- ADIESTRAMIENTO EN EL MANEJO DE LOS COMPASES

Torfy Einarsson reflexiona en su tesis [1] sobre la ausencia de los compases irracionales en los planes educativos. Coincido plenamente con su planteamiento sobre la importancia que debería tener el aprendizaje del ritmo mediante este enfoque en la formación integral de cualquier músico. De la misma manera que se potencia la adquisición de destrezas en la entonación, la lectura o la audioperceptiva, así como se profundiza en los elaborados desarrollos teóricos sobre la formación de los acordes y las escalas, la teoría y la práctica del ritmo es al menos igual de importante en el desarrollo equilibrado para el ejercicio de la música.

Es posible que exista una casuística cultural en la escasa importancia que se le ha dado al ritmo en Occidente durante siglos. La denominada "Música Culta" nace de los cantos melismáticos de las iglesias medievales donde los instrumentos de percusión brillan por su ausencia. Son considerados como artefactos mundanos de la música popular. Los tratados de música se centran más en el contrapunto de las voces y en cuestiones de *"consonancia-disonancia"* entre intervalos, por lo que el estudio del ritmo adquiere una menor importancia.

Los nacionalismos de la segunda mitad del XIX y el siglo XX retoman la inspiración de las músicas tradicionales y orientales, donde los instrumentos de percusión, el ritmo y la danza tienen especial protagonismo. También las raíces africanas de las músicas afro-americanas hacen del ritmo y la percusión un valor añadido.

A finales del XIX Jaques Dalcroze detecta en sus alumnos de solfeo una carencia rítmica muy generalizada, lo que le lleva a idear una metodología educativa basada en la expresión corporal al que denomina "Eurítmia". Dalcroze hace especial hincapié en la importancia que tiene la improvisación y también en la necesidad de vivenciar los conceptos musicales para su correcta asimilación. La asociación del pulso y el compás con el movimiento corporal hace que sea más natural su adquisición. Dalcroze, junto con Kodaly, Ward, Willems o Martenot, son pioneros en las nuevas pedagogías musicales que se desarrollan durante el siglo XX y que ejercerán una fuerte influencia en pedagogos posteriores.

El siglo XX por lo tanto, se caracteriza por un mayor desarrollo de las posibilidades del ritmo en la música occidental. Las influencias folclóricas en los nacionalismos del Este conduce a que comiencen a utilizarse de manera cada vez más frecuente las métricas irregulares.

"Nuevos Recursos Musicales" de H. Cowell en 1930 abre las puertas a otra manera de entender el ritmo y la serie armónica. Es incuestionable la influencia que Cowell ejerce sobre las vanguardias de la segunda mitad del s.XX, aunque quizás su enfoque polirrítmico para el manejo de los intervalos de la serie armónica no haya calado lo suficiente por haber sido percibido como demasiado complejo.

Bajo mi punto de vista, lo verdaderamente interesante de este planteamiento, donde podemos encontrar un gran potencial para desarrollar la musicalidad, es en las modulaciones rítmicas que podemos llevar a cabo a través del manejo de los compases irracionales. Su utilización está prácticamente restringido al ámbito de la Música Contemporánea, a pesar de que en realidad podría incorporarse perfectamente a cualquier estilo con resultados muy sorprendentes y atractivos.

[1] Irrationality

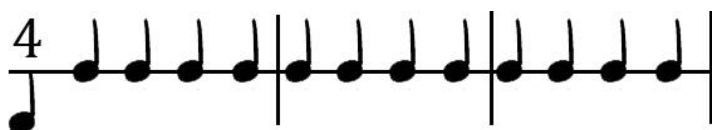
En este capítulo he pretendido esbozar brevemente una posible metodología, con la intención de destacar algunas destrezas y nociones clave para su manejo. De entrada, puede parecer algo complejo, pero verdaderamente no lo es. Es solo cuestión de tener claros algunos conceptos y de práctica.

PRIMEROS PASOS

En el estudio del ritmo, el punto de partida suele ser la asimilación del **pulso**. Un latido se repite de manera constante y uniforme. Lo habitual es asociar el pulso a la duración de una negra, aunque también es posible tomar otras figuras como referencia.



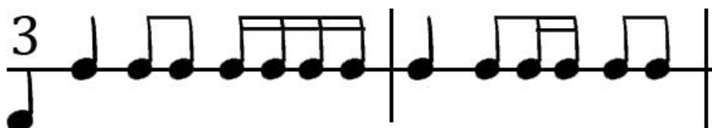
El compás surge en el momento en el que decidimos agrupar los pulsos en paquetes iguales que contengan el mismo número de pulsos. lo más habitual es comenzar por los **compases binarios** de dos negras o cuatro negras, ya que son estos los más naturales y frecuentes.



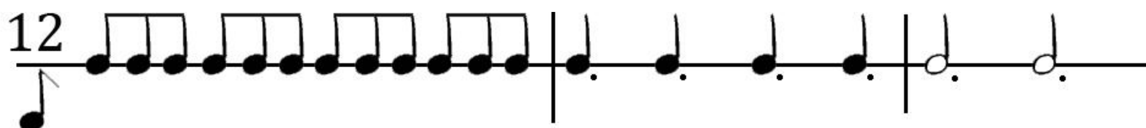
En el cifrado tradicional, un compás de cuatro negras es representado como 4/4. Pero como ya sabemos, en los compases irracionales la negra puede ser equivalente a un cuarto, quinto, sexto o séptimo de redonda, por lo que un compás de cuatro negras podrá ser representado posteriormente como un 4/4, 4/5, 4/6 o un 4/7.

En la práctica inicial del ritmo, es necesario establecer las relaciones entre las figuras rítmicas elementales *(incluidos sus silencios)* y familiarizarse con su manejo. Los métodos de solfeo incluyen ejercicios que van aumentando progresivamente su dificultad a medida que vamos interiorizando las combinaciones más sencillas.

Una vez afianzado el manejo de los compases binarios *(4 negras y 2 negras).* El siguiente paso suele ser introducir el **compás ternario** de tres negras.



Avanzando en la catalogación de los compases básicos, introducimos la **subdivisión ternaria** con los compases de seis corcheas o doce corcheas. De este modo, cada pulso es subdividido con tres corcheas en lugar de dos como hacíamos en los compases anteriores, por lo que cada pulso será asociado con una negra con puntillo.

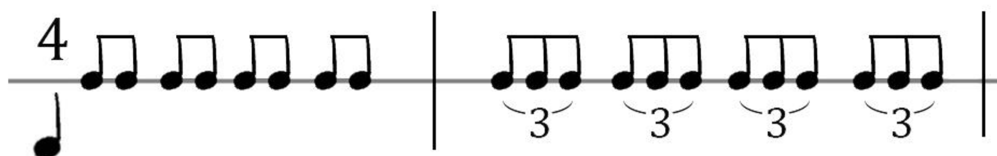


El compás de doce corcheas se cifra tradicionalmente como 12/8, pero cuando posteriormente introduzcamos los compases irracionales, podría cifrarse también como 12/9, 12/10, 12/11, 12/12, 12/13, 12/14, o 12/15.

Estos compases iniciales son clasificados como binarios o ternarios, y en función de su subdivisión como compases de subdivisión binaria o compases de subdivisión ternaria.

	COMPASES BINARIOS	COMPASES TERNARIOS
Subdivisión binaria	2/♩ = 2 +2 4/♩ = 2 +2 +2+ 2	3/♩ = 2 +2 +2
Subdivisión ternaria	6/♪ = 3 + 3 12/♪ = 3 + 3 +3 +3	9/♪ = 3 + 3 +3

Al introducir el uso de tresillos, tomamos consciencia de que un compas de subdivisión binaria puede cambiar a subdivisión ternaria. Comenzamos a establecer conexiones entre distintos compases. Repentinamente en un compás de cuatro negras es posible encajar doce corcheas sin alterar la duración del compás.



Este procedimiento va a ser clave en la posterior comprensión de los compases irracionales, ya que supone el primer caso en el que cambia la proporcionalidad de las figuras elementales para encajar un número distinto de figuras sin alterar la duración del compás.

GRUPOS IRREGULARES

Cuando contamos con una agrupación de figuras cuyo valor no es divisible entre dos o tres, hablamos de **métricas irregulares**. Los compases con métricas irregulares son también conocidos como **compases de amalgama**, ya que la manera de abordarlos más común suele ser desglosar su valor en grupos binarios y ternarios que suman el valor absoluto.

Independientemente de la figura que tomemos como referencia (negra, corchea, semicorchea..) las combinaciones posibles para cada numerador del compás son siempre las mismas:

5 = 2 + 3 o 3 + 2

7 = 4 + 3 , 3 + 4 o 2 + 3 + 2

11 = 4 + 3 + 4 , 8 + 3 , 3 + 8 , 2 + 9 , 9 + 2 o 3 + 2 + 6

Lo habitual es acentuar el primer golpe de cada número, aunque puede haber distintos enfoques a la hora de interpretar estos compases. Tanto la música balcánica como el Konnacol del sur de la India se basan en este concepto numérico para abordar las agrupaciones irregulares. Puede ser incluso aplicado y es muy frecuente su uso también para los compases que si son divisibles entre dos o tres:

8 = 2 + 2 + 2 + 2 , 3 + 3 + 2 , 3 + 2 + 3 o 2 + 3 + 3

9 = 3 + 3 + 3 , 2 + 2 + 2 + 3 , 3 + 2 + 2 + 2 , 2 + 3 + 2 + 2 o 2 + 2 + 3 + 2

10 = 3 + 3 + 2 + 2 , 2 + 2 + 3 + 3 o 5 + 5

12 = 3 + 3 + 3 + 3 o 4 + 4 + 4

La didáctica del **Konnakol** para el aprendizaje de las agrupaciones irregulares está basada en una ancestral tradición de carácter rítmico vocal. Se trata de un idioma en el que cada sílaba rítmica es asociada con un sonido de sus instrumentos de percusión. En sus enseñanzas iniciales de las métricas irregulares, cada número es asociado a unas sílabas rítmicas elementales.

1 = Tha

2 = Tha - Ke

3 = Tha - Ki - Te

4 = Tha -Ka -Di - Mi

5 = Tha- Ki -Te - Tha - Ke o Tha - Ke - Tha - Ki - Te

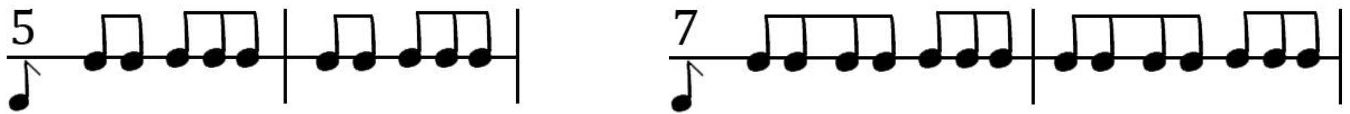
6 = Tha- Ki- Te - Tha - Ki - Te

7 = Tha - Ka - Di - Mi - Tha - Ki - Te o Tha - Ki - Te - Tha - Ka - Di - Mi

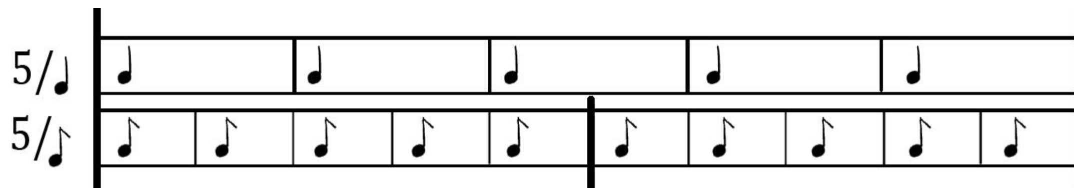
8 = Tha - Ka - Di - mi - Tha - Ka - Ju - Ne

La acentuación recae siempre sobre la sílaba Tha. Las composiciones rítmicas del Konnakol encajan estas y otras fórmulas para la creación de largas frases que finalmente cuadran a la perfección dentro del Tala *(o compás)* en el que se toca.

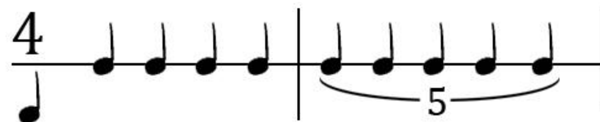
Para interiorizar las agrupaciones irregulares lo lógico es comenzar a utilizarlas primeramente en forma de compás.



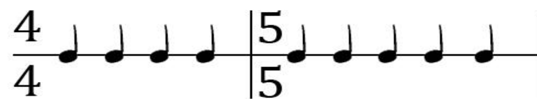
Dos compases de cinco corcheas son equivalentes a uno de cinco negras. Al interpretar simultáneamente ambos compases se genera una polirrítmia en la cual el compás de corcheas entra una vez a tierra y la siguiente a contratiempo con respecto al compás de negras *(lo mismo para compases de siete o de cualquier otro número impar)* .



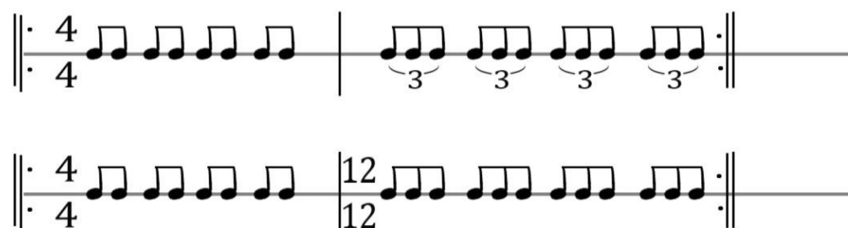
Para ser capaces de realizar **cinquillos** o **sietillos** es conveniente tener bien asentados previamente los compases de cinco y siete negras-corcheas. Al introducir cinquillos de redonda sobre un compás de cuatro negras, estamos superponiendo un compás de cinco negras sin alterar la duración del compás. Lo que variamos es la duración de la negra para conseguir que donde encajan cuatro cuartos entren cinco quintos.



Esta superposición podría ser expresada como cambio de compás de 4/4 a 5/5 en lugar de utilizar los cinquillos.

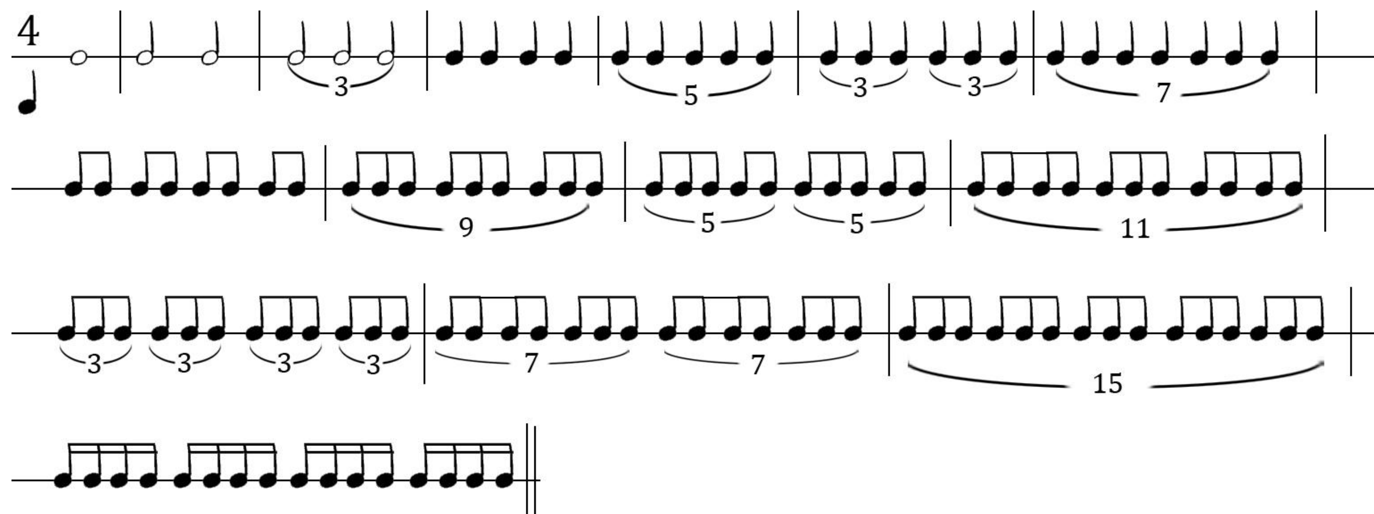


Ya hemos visto anteriormente un ejemplo en el que planteábamos algo parecido a partir de los tresillos de negra en un compás de 4/4.



DESPLAZAMIENTOS ENTRE LAS DIFERENTES SUBDIVISIONES

Encajar las agrupaciones irregulares sin alterar la duración del compás resulta algo más complejo que simplemente hacer tresillos, por lo que es necesario trabajarlo mediante la práctica para interiorizar los cambios de valor que hemos de realizar en las figuras. Un buen ejercicio para ello es realizar la serie armónica con un metrónomo que marque el primer golpe de cada compás.

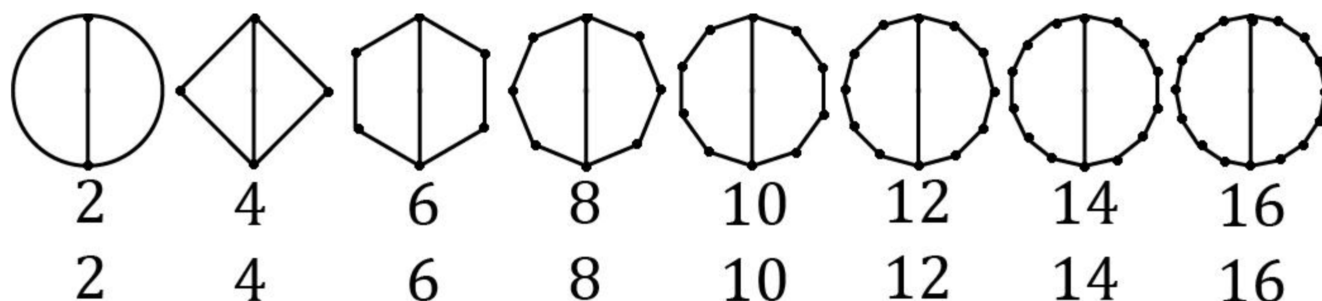


Este ejercicio nos abre las puertas a todos los denominadores de los compases irracionales. Sería posible expresar cada repartición en forma de compás. Numerador y denominador coincide en todos los casos, por lo que la duración del compás es siempre la misma. Solamente cambia el valor de las figuras rítmicas.

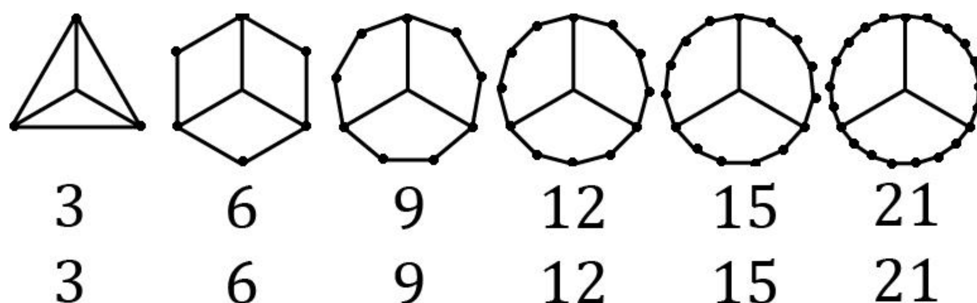


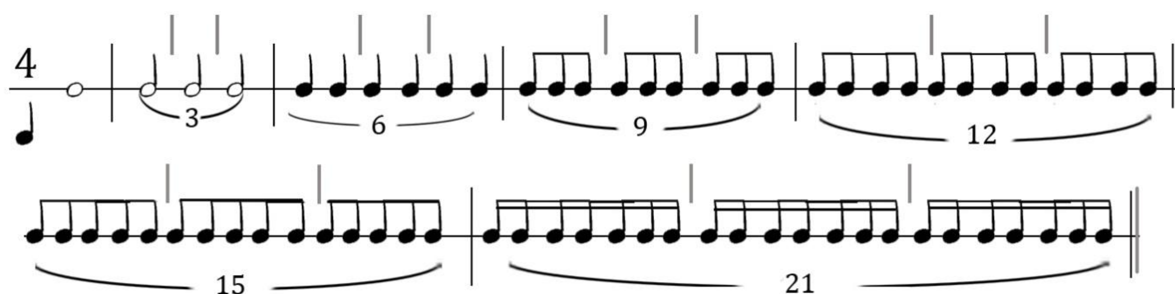
Encajar once o trece figuras en la duración del compás resulta algo más complejo que en otros casos, puesto que no contamos con referencias en las que poder apoyarnos. Las referencias son sumamente útiles para facilitar los desplazamientos entre las distintas subdivisiones. Estas referencias vienen determinadas por los múltiplos o submúltiplos de cada número, que nos van a permitir establecer conexiones y puntos de apoyo para desglosar más cómodamente las subdivisiones.

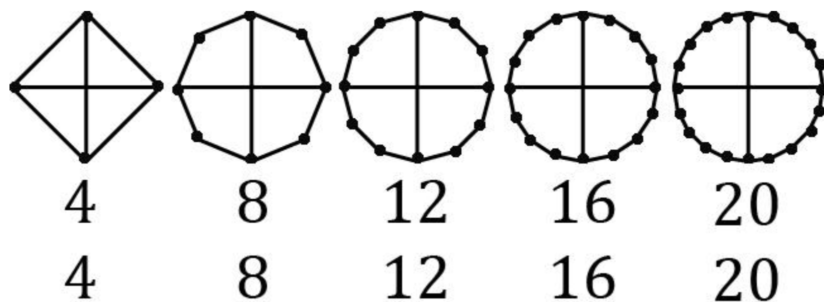
Todos los números pares van a contar con un punto de apoyo en el inicio y a mitad de compás. Sabemos que por esos puntos se ha de percutir. Los múltiplos de tres cuentan con los puntos de apoyo que dividen el compás en tercios. Los múltiplos de cuatro necesariamente han de pasar por los puntos que dividen el compás en cuartos, etc..

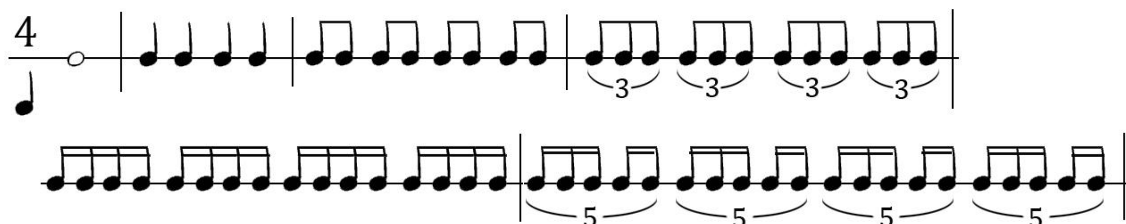


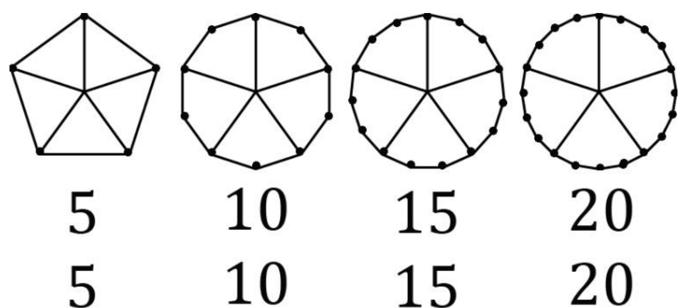


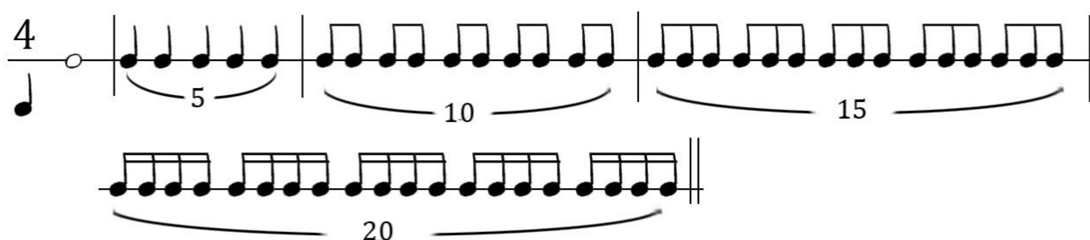








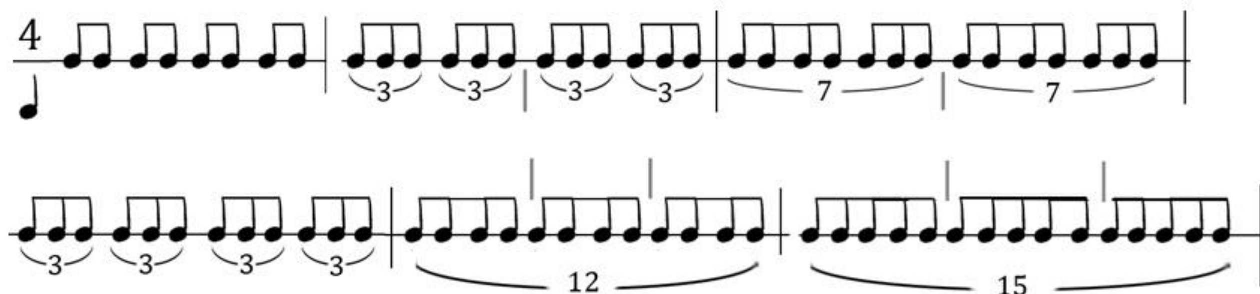




Cambiar entre subdivisiones que comparten los mismos puntos de apoyo resulta algo más sencillo, por lo que este concepto es de gran utilidad para manejarse con soltura. Estamos empleando las sucesivas series armónicas derivadas de cada armónico de la serie original, un fenómeno que ya estudiamos en el capítulo 6.2. [2]

Hay posibilidades en las que existen distintas opciones para buscar apoyos. El número 12 por ejemplo, es múltiplo de cuatro y de tres, por lo que permite actuar como puente para cambiar la referencia de cuartos a tercios, o viceversa. También es múltiplo de dos, por lo que se puede agrupar en dos grupos de seis.

[2] La serie armónica de un sonido incluye además las sucesivas series armónicas de todos sus armónicos, por lo que queda estructurada dentro de una tabla pitagórica de multiplicar. A través de este mismo fenómeno era posible asimismo encontrar subdivisiones comunes para desglosar polirritmias. Por ejemplo, un 3 contra 4 puede ser desglosado en 12 subdivisiones (3 x 4 = 12) que se agrupan en 3 grupos de 4 o en 4 grupos de 3.



CAMBIOS EN LA DURACIÓN DEL COMPÁS

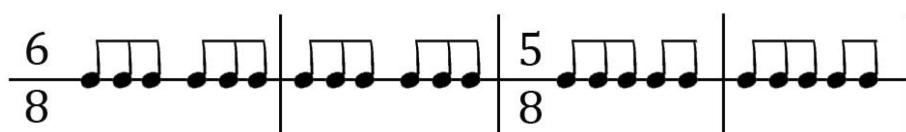
En los ejemplos anteriores realizábamos cambios en las subdivisiones del compás pero sin alterar la duración del mismo. Mientras manejamos fracciones en las que denominador y numerador son el mismo número mantenemos en todo momento la duración del compás y son las figuras rítmicas las que alteran su duración.



Al realizar algún cambio en el numerador de la fracción es cuando vamos a alterar la duración del compás. Si empleamos un número mayor el compás se prolonga y si empleamos un número menor se acorta.



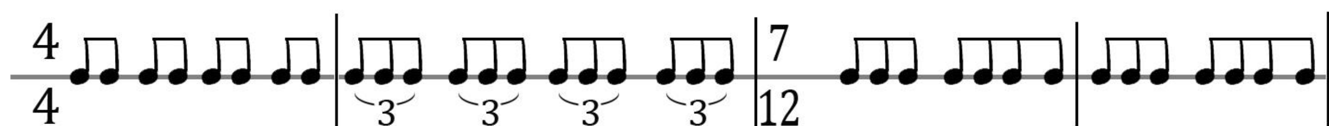
Estos cambios son muy habituales y se manejan con mucha frecuencia en el cifrado tradicional de compases.



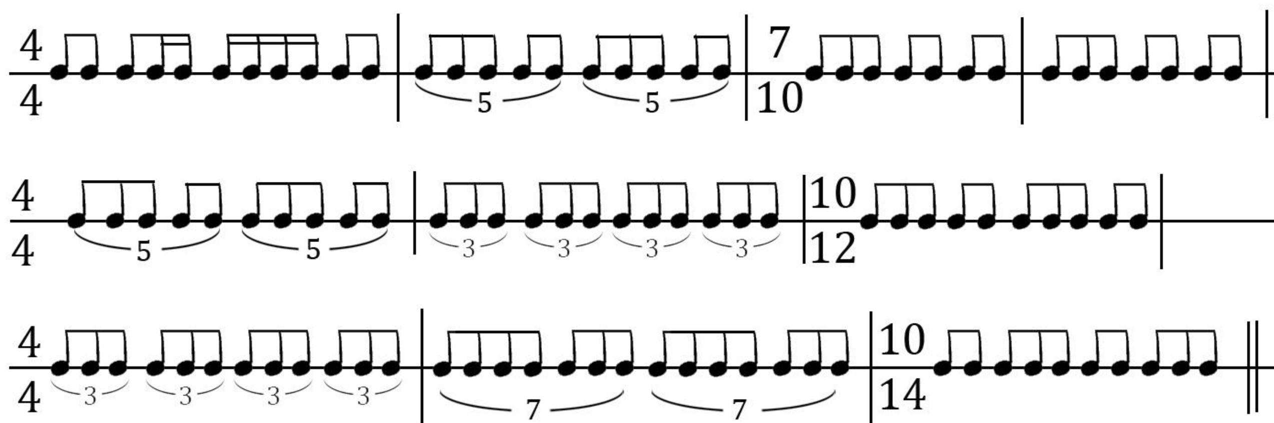
Los compases irracionales nos van a permitir posibilidades que no eran contempladas por el cifrado tradicional al emplear denominadores distintos a la serie exponencial de dos. De este modo podemos modular tomando como referencia el valor de los tresillos, cinquillos, sietillos, etc..

Realizar estos cambios sin presentar previamente la subdivisión que tomaremos como referencia puede resultar muy complejo, por lo que es recomendable introducirla para simplificar la tarea.

Para comprender y comenzar a manejar estos cambios, lo más sencillo es empezar a partir de los tresillos de negra, ya que es muy fácil interiorizar el valor de estas figuras.



Una vez entendido el concepto y la posibilidad de cambiar de compás utilizando el valor de un tresillo de negra, podemos intentarlo también con cinquillos, sietillos, etc… Las posibilidades son múltiples y es solo cuestión de práctica.



Los ejemplos propuestos a lo largo de este capítulo pretenden simplemente aclarar el funcionamiento y manejo de los compases irracionales. En una metodología apropiada es posible adaptar la dificultad de los ejercicios de manera progresiva para ir adquiriendo su manejo poco a poco.

El potencial de este enfoque puede ser de gran utilidad, ya que amplía las posibilidades y el control del tiempo. Los cambios de velocidad que conseguimos con esta herramienta son muy interesantes para generar contrastes. También permite realizar puentes entre diferentes secciones donde el ritmo es más estable. Puede ser empleado de múltiples maneras en función de la musicalidad y la intencionalidad que se pretenda.

6.8- COMPASES E INTERVALOS

A lo largo de esta sexta parte hemos analizado la serie armónica desde una doble perspectiva interválica-rítmica. Hemos deducido las proporciones de los intervalos perfectos y aclarado el concepto y manejo de los compases irracionales. En ambos casos estamos empleando las mismas fracciones, por lo que es posible establecer relaciones entre compases e intervalos.

Para entender esta idea, es necesario **visualizar el compás como una cuerda vibrante**. La duración del compás es equiparable con la longitud de onda de una nota. Un cambio de compás que implique una duración diferente puede ser por lo tanto entendido como salto interválico **aplicando la lógica de las longitudes de onda analizadas en el capítulo 6.5.**

Intervalo	Compás	Longitud de onda o duración del compás
1 **C´**	**2/2** **3/3** **4/4** Etc..	1
3 desc (b6 inv) **Ab**	**5/4**	5/4
5 desc (4 inv) **F**	**3/2**	3/2

Si la duración del compás aumenta el intervalo es descendente, pero cuando esta se recorta los intervalos son de tipo ascendente, al igual que sucede con las longitudes de onda.

Verdaderamente, **en un compás conviven dos magnitudes diferentes**. La **duración del compás** es asociable a una nota musical como acabamos de ver, pero también lo es la **subdivisión referenciada por el denominador** de la fracción.

Las diferentes subdivisiones de una redonda emplean fracciones en las que numerador y denominador son un mismo número (*2/2, 3/3, 4/4, 5/5, etc..)*. Se mantiene en todo momento la unidad del compás, por lo que este no altera su duración y puede ser expresado como una misma nota.

Los **denominadores** de estas fracciones expresan las frecuencias derivadas de la serie armónica *(como hemos visto en capítulos anteriores)*. Una porción de cada subdivisión representa la longitud de onda de cada intervalo de la serie.

C 1

C’ 1/2

G’ 1/3

C’’ 1/4

E’’ 1/5

G’’ 1/6

Bb’’ 1/7

C’’’ 1/8

A partir de la serie invertida *(o subarmónica)* de cada una de ellas, conseguimos descifrar la nota asociada a cualquier compás.

(Ejemplo - serie subarmónica del armónico 7=Bb'')

Bb’’ 1/7

Bb’ 2/7

Eb’ 3/7

Bb 4/7

Gb 5/7

Eb 6/7

C 7/7

Partiendo de la serie armónica de una redonda y de las sucesivas series subarmónicas de cada una de sus subdivisiones, en el siguiente cuadro desglosamos la nota asignada a cada compás *(tomando como unidad la nota* ***C 0***). Referenciamos la octava con la numeración que acompaña a cada nota *(los positivos indican octavas ascendentes y los negativos descendentes).*

1	**8** desc	**5** desc inv **4**	**8** desc	**3** desc inv **b6**	**5** desc Inv **4**	**b7**desc inv **2**	**8** desc	**2** desc inv **b7**	**3** desc inv **b6**	**#4**desc inv **b5**	**5** desc inv **4**
1 C 0	**2** C -1	**3** F -2	**4** C -2	**5** Ab -3	**6** F -3	**7** D -3	**8** C -3	**9** Bb -4	**10** Ab -4	**11** Gb -4	**12** F -4
1/2 C 1	**2/2** C 0	**3/2** F -1	**4/2** C -1	**5/2** Ab -2	**6/2** F -2	**7/2** D -2	**8/2** C -2	**9/2** Bb -3	**10/2** Ab -3	**11/2** Gb -3	**12/2** F -3
1/3 G 1	**2/3** G 0	**3/3** C 0	**4/3** G -1	**5/3** Eb -1	**6/3** C -1	**7/3** A -2	**8/3** G -2	**9/3** F -2	**10/3** Eb -2	**11/3** Db -2	**12/3** C -3
1/4 C 2	**2/4** C 1	**3/4** F 0	**4/4** C 0	**5/4** Ab -1	**6/4** F -1	**7/4** D -1	**8/4** C -1	**9/4** Bb -2	**10/4** Ab -2	**11/4** Gb -2	**12/4** F -2
1/5 E 2	**2/5** E 1	**3/5** A 0	**4/5** E 0	**5/5** C 0	**6/5** A -1	**7/5** F# -1	**8/5** E -1	**9/5** D -1	**10/5** C-1	**11/5** Bb -2	**12/5** A -2
1/6 G 2	**2/6** G 1	**3/6** C 1	**4/6** G 0	**5/6** Eb 0	**6/6** C 0	**7/6** A -1	**8/6** G -1	**9/6** F -1	**10/6** Eb -1	**11/6** Db -1	**12/6** C -2
1/7 Bb 2	**2/7** Bb 1	**3/7** Eb1	**4/7** Bb 0	**5/7** Gb 0	**6/7** Eb 0	**7/7** C 0	**8/7** Bb -1	**9/7** Ab -1	**10/7** Gb -1	**11/7** Fb -1	**12/7** Eb -1
1/8 C 3	**2/8** C 2	**3/8** F 1	**4/8** C 1	**5/8** Ab 0	**6/8** F 0	**7/8** D 0	**8/8** C 0	**9/8** Bb -1	**10/8** Ab -1	**11/8** Gb -1	**12/8** F -1
1/9 D 3	**2/9** D 2	**3/9** G 1	**4/9** D 1	**5/9** Bb 0	**6/9** G 0	**7/9** E 0	**8/9** D 0	**9/9** C 0	**10/9** Bb -1	**11/9** Ab -1	**12/9** G -1
1/10 E 3	**2/10** E 2	**3/10** A 1	**4/10** E 1	**5/10** C 1	**6/10** A 0	**7/10** F# 0	**8/10** E 0	**9/10** D 0	**10/10** C 0	**11/10** Bb -1	**12/10** A -1
1/11 F# 3	**2/11** F# 2	**3/11** B 1	**4/11** F# 1	**5/11** D 1	**6/11** B 0	**7/11** G# 0	**8/11** F# 0	**9/11** E 0	**10/11** D 0	**11/11** C 0	**12/11** B -1
1/12 G 3	**2/12** G 2	**3/12** C 2	**4/12** G 1	**5/12** Eb 1	**6/12** C 1	**7/12** A 0	**8/12** G 0	**9/12** F 0	**10/12** Eb 0	**11/12** Db 0	**12/12** C 0
1/13 Ab 3 A 3	**2/13** Ab 2 A 2	**3/13** Db 2 D 2	**4/13** Ab 1 A 1	**5/13** Fb 1 F 1	**6/13** Db 1 D 1	**7/13** Gb 0 G 0	**8/13** Ab 0 A 0	**9/13** Gb 0 G 0	**10/13** Fb 0 F 0	**11/13** Eb 0 Eb 0	**12/13** Db 0 D 0
1/14 Bb 3	**2/14** Bb 2	**3/14** Eb 1	**4/14** Bb 1	**5/14** Gb 1	**6/14** Eb 1	**7/14** C 1	**8/14** Bb 0	**9/14** Ab 0	**10/14** Gb 0	**11/14** Fb 0	**12/14** Eb 0
1/15 B 3	**2/15** B 2	**3/15** E 1	**4/15** B 1	**5/15** G 1	**6/15** E 1	**7/15** Cb 1	**8/15** B 0	**9/15** A 0	**10/15** G 0	**11/15** F 0	**12/15** E 0
1/16 C 4	**2/16** C 3	**3/16** F 2	**4/16** C 2	**5/16** Ab 1	**6/16** F 1	**7/16** D 1	**8/16** C 1	**9/16** Bb 0	**10/16** Ab 0	**11/16** Gb 0	**12/16** F 0
1/17 Db 4	**2/17** Db 3	**3/17** Gb 2	**4/17** Db 2	**5/17** Bbb1	**6/17** Gb 1	**7/17** Eb 1	**8/17** Db 1	**9/17** Cbb0	**10/17** Bbb0	**11/17** Abb0	**12/17** Gb 0

La ambigüedad del armónico 13 la hemos reflejado en el cuadro considerando su valor como sexta mayor y menor simultáneamente, *(ya que en realidad su sonido se encuentra ubicado entre ambas).*

Los números enteros en la primera fila de la tabla representan compases enteros. Este concepto es por lo tanto aplicable también al número de compases.

Resulta bastante práctico y útil ordenar esta información de manera que podamos apreciar dónde se ubican los compases/intervalos en una estructura por semitonos. Lo hacemos en las siguientes dos tablas.

Intervalos descendentes

b6	6	b7	7	1	b2	2	b3	3	4	#4b5	5	b6	6	b7	7	1
Ab -2	A -2	Bb -2	B -2	C -1	Db -1	D -1	Eb -1	E -1	F -1	F#/Gb -1	G -1	Ab -1	A -1	Bb -1	B -1	C 0
				34/17	32/17	30/17	28/17			24/17	22/17	21/17	20/17	19/17	18/17	17/17
				32/16	30/16	28/16			24/16	22/16	21/16	20/16	19/16	18/16	17/16	16/16
				30/15	28/15			24/15	22/15	21/15	20/15	19/15	18/15	17/15	16/15	15/15
				28/14			24/15	22/14	21/14	20/14	19/14	18/14	17/14	16/14	15/14	14/14
				26/13							17/13	16/13	15/13	14/13		13/13
				24/12	22/12	21/12	20/12	19/12	18/12	17/12	16/12	15/12	14/12	13/12		12/12
				22/11		20/11		18/11	17/11	16/11	15/11	14/11	13/11		12/11	11/11
				20/10		18/10	17/10	16/10	15/10	14/10	13/10		12/10	11/10		10/10
				18/9	17/9	16/9	15/9	14/9	13/9		12/9	11/9		10/9		9/9
			17/8	16/8	15/8	14/8	13/8		12/8	11/8		10/8		9/8		8/8
	17/7	16/7	15/7	14/7	13/7		12/7	11/7		10/7		9/7		8/7		7/7
15/6	14/6	13/6		12/6	11/6		10/6		9/6		8/6		7/6			6/6
	12/5	11/5		10/5		9/5		8/5		7/5			6/5			5/5
10/4		9/4		8/4		7/4			6/4			5/4				4/4
	7/3			6/3			5/3				4/3					3/3
5/2				4/2					3/2							2/2
				2												1

Intervalos ascendentes

1	b2	2	b3	3	4	#4b5	5	b6	6	b7	7	1	b2	2	b3	4
C 0	Db 0	D 0	Eb 0	E 0	F 0	F#/Gb 0	G 0	Ab 0	A 0	Bb 0	B 0	C 1	Db 1	D 1	Eb 1	E 1
17/17	16/17	15/17	14/17	13/17		12/17	11/17		10/17		9/17		8/17		7/17	
16/16	15/16	14/16	13/16		12/16	11/16		10/16		9/16		8/16		7/16		
15/15	14/15	13/15		12/15	11/15		10/15		9/15		8/15		7/15			6/15
14/14	13/14		12/14	11/14		10/14		9/14		8/14		7/14			6/14	
13/13	12/13	11/13		10/13		9/13		8/13		7/13			6/13			
12/12	11/12		10/12		9/12		8/12		7/12			6/12			5/12	
11/11		10/11		9/11		8/11		7/11			6/11			5/11		
10/10		9/10		8/10		7/10			6/10			5/10				4/10
9/9		8/9		7/9			6/9			5/9				4/9		
8/8		7/8			6/8			5/8				4/8				
7/7			6/7			5/7				4/7					3/7	
6/6			5/6				4/6					3/6				
5/5				4/5					3/5							2/5
4/4					3/4							2/4				
3/3							2/3									
2/2												1/2				
1																

Estas proporciones son lógicamente también válidas para ubicar intervalos en una cuerda. Se multiplican los casos de enarmonía en los que una misma nota puede ser referenciada mediante varias proporciones diferentes. Cuando las fracciones pueden ser reducidas a una común el resultado es exacto *(Sucede por ejemplo en C 1=1/2, 2/4, 3/6, 4/8, etc..)(También en F 0= 2/3, 4/6, 6/9, 8/12. 10/15).*

Sabemos que en muchos casos vamos a encontrar fracciones con resultados aproximados pero no idénticos *(puesto que no estamos manejando intervalos temperados).* Vamos a fijarnos en el salto de **segunda mayor** que tenemos entre **C** y **D** . Encontramos más de cuatro fracciones diferentes para la expresión de este intervalo.

Segunda mayor		
C 0	**-----**	**D 0**
11/11		10/11
10/10		9/10
9/9		8/9
8/8		7/8

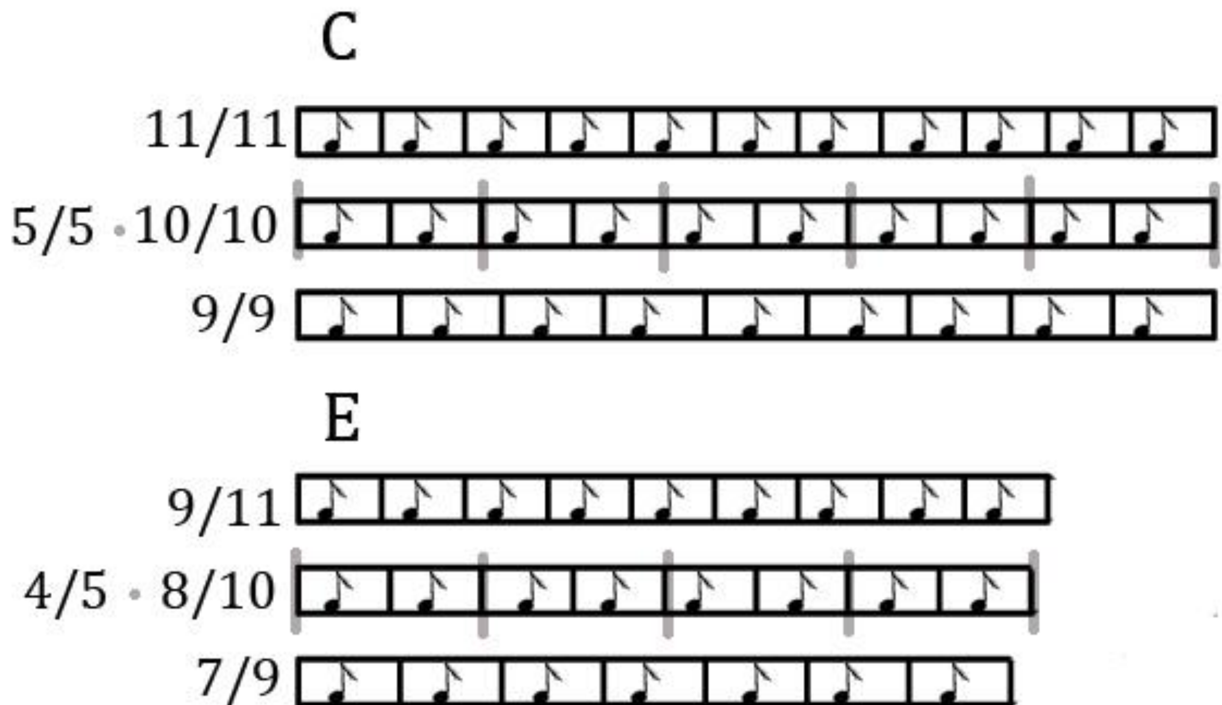
Las fracciones que definen la nota **D 0** no dan el mismo resultado, pero si se aproximan entre sí.

La expresión 8/9 la que más se aproxima al tono temperado, quedando 7/8 notablemente por encima de afinación y 9/10 por debajo.

Vamos a observar qué sucede en el caso de la **tercera mayor** entre **C 0** y **E 0**. También encontramos diferentes proporciones para definir este intervalo.

Tercera mayor				
C 0	**.....**	**....**	**....**	**E 0**
11/11				9/11
10/10				8/10
9/9				7/9
5/5				4/5

Las fracciones 4/5 y 8/10 son equivalentes y dan el mismo resultado, así que solapamos en el ejemplo las fracciones de quintos y décimos sobreentendiendo que dos décimos equivalen a un quinto *(dos corcheas equivalen a una negra)*.



Estos ejemplos resultan lo suficientemente gráficos para apreciar que las diferencias son considerables. Aunque hemos empleado el mismo nombre para unificar el intervalo, las fracciones no son precisas entre sí. Estas imprecisiones pueden ser cuantificadas calculando la frecuencia de las figuras y los compases como explicamos en el siguiente capítulo.

6.9- PPM Y FRECUENCIA

Sabemos que longitud de onda y frecuencia son magnitudes inversamente proporcionales. Al digitar en una cuerda alteramos la longitud de onda y en consecuencia modificamos la frecuencia resultante invirtiendo la proporcionalidad.

Intervalo	Ejemplo	Posición en la cuerda	Proporción frecuencia	Frecuencia ejemplo
1	C´		1	130,80 Hz
3	E´	4/5	5/4	163,50 Hz

La unidad de medida para la frecuencia de las notas musicales es el Hertzio (Hz). los Hertzios cuantifican el número de veces que vibra la onda sonora en el transcurso de un segundo.

Continuando con el paralelismo que estamos estableciendo entre ritmo e intervalos, observamos que los Pulsos Por Minuto del metrónomo *(PPM o BPM*) son también una unidad de frecuencia, ya que cuantifican el número de pulsaciones de una figura musical en el transcurso de un minuto. Cuando el valor de la negra es de 60 PPM su duración es exactamente de un segundo. Si su valor es de 120 PPM su duración es de medio segundo. Frecuencia y duración mantienen una relación inversamente proporcional.

En un compás conviven **dos magnitudes de tiempo** simultáneamente. La subdivisión referenciada por el denominador de la fracción y el valor total del compás en sí. Un cambio de compás no implica necesariamente modificaciones en el valor de la subdivisión. Si la fracción mantiene su denominador el valor de la subdivisión se mantiene igual, aunque la duración del compás haya cambiado. Sucede por ejemplo en un cambio de 4/4 a 3/4. El valor de la negra no sufre ninguna alteración en este caso, pero el compás acorta su duración.

Para medir la frecuencia de un compás podemos emplear también el metrónomo simplemente ajustando el PPM a su duración (Un pulso por compás). ¿Sería lícito hablar en este punto de **Compases Por Minuto (CPM)** ? Aunque verdaderamente no es un término ortodoxo, este concepto podría servir de ayuda para matizar las diferencias entre las dos magnitudes que conviven en el compás *(subdivisión (PPM) y compás (CPM)).*

Ahora que contamos con una unidad de medida para la frecuencia de los compases, es posible aplicar la lógica de la cuerda. La frecuencia de un compás es inversamente proporcional a su duración.

Intervalo	Ejemplo	Compás	Proporción frecuencia	Frecuencia ejemplo
1	C´	4/4	4/4 = 1	40 CPM
3	E´	4/5	5/4	50 CPM

El cambio de frecuencia se genera al invertir la fracción del compás para después multiplicar por los CPM del compás original que representa la unidad.

(En el ejemplo 40 x 5/4 = 50 CPM).

En la serie armónica de una redonda subdividimos su duración en partes iguales. Al dividir la duración multiplicamos simultáneamente la frecuencia. *(Ejemplo con redonda = 25 PPM).*

1	= 25 PPM
2/2	= 50 PPM
3/3	= 75 PPM
4/4	= 100 PPM
5/5	= 125 PPM
6/6	= 150 PPM
7/7	= 175 PPM
8/8	= 200 PPM
9/9	= 225 PPM
10/10	= 250 PPM

De este modo obtenemos el valor de todas las *subdivisiones (que servirán para conocer el valor del denominador de cualquier compás.)*

El numerador del compás multiplica el número de subdivisiones que entran por compás, por lo que simultáneamente divide la frecuencia de la subdivisión.

1/7 Bb" =175 CPM

2/7 Bb' = 87,5 CPM

3/7 Eb' = 58,33 CPM

4/7 Bb = 43,45 CPM

5/7 Gb =35 CPM

6/7 Eb = 29,16 PPM

7/7 C = 25 CPM

En este ejemplo hemos desglosado los Compases Por Minuto (CPM) de las fracciones que obtenemos a partir de los sietillos de una redonda cuyo valor es de 25 PPM.

El **valor de un sietillo** lo obtenemos al multiplicar la frecuencia de la redonda por siete.

25 x 7 = 175 PPM

Una vez sabemos la frecuencia de la subdivisión de sietillo, el valor de los compases que podemos manejar con esta subdivisión se obtiene dividiendo los 175 PPM del sietillo por el numerador del compás.

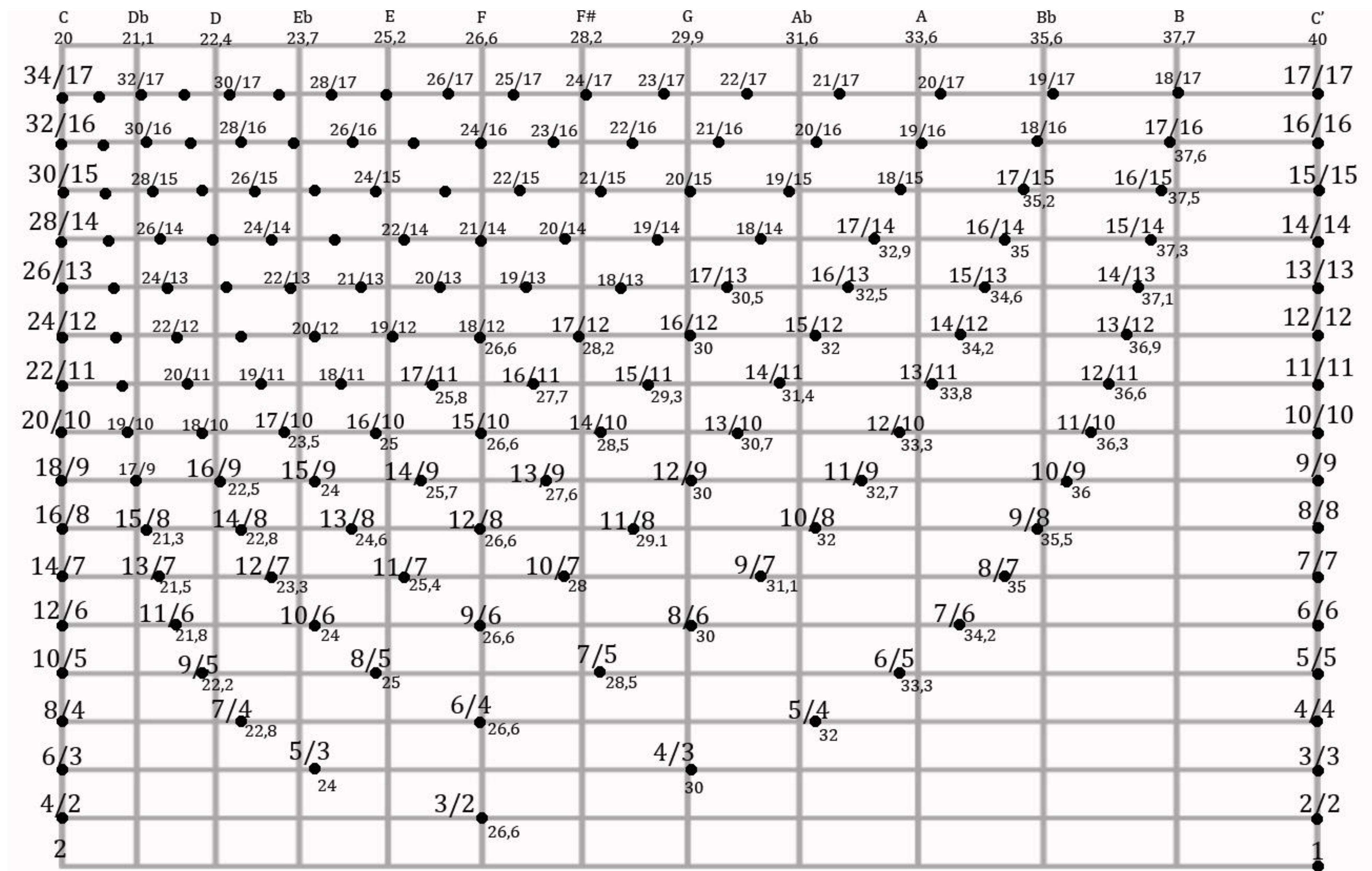
Compás		Frecuencia del compás
2/7	175 : 2	87,5 CPM
3/7	175 : 3	58,33 CPM
4/7	175 : 4	43,45 CPM

En resumén, calculamos la frecuencia de cualquier compás invirtiendo la fracción que lo define. *(Ejemplos a partir de redonda = 25 PPM).*

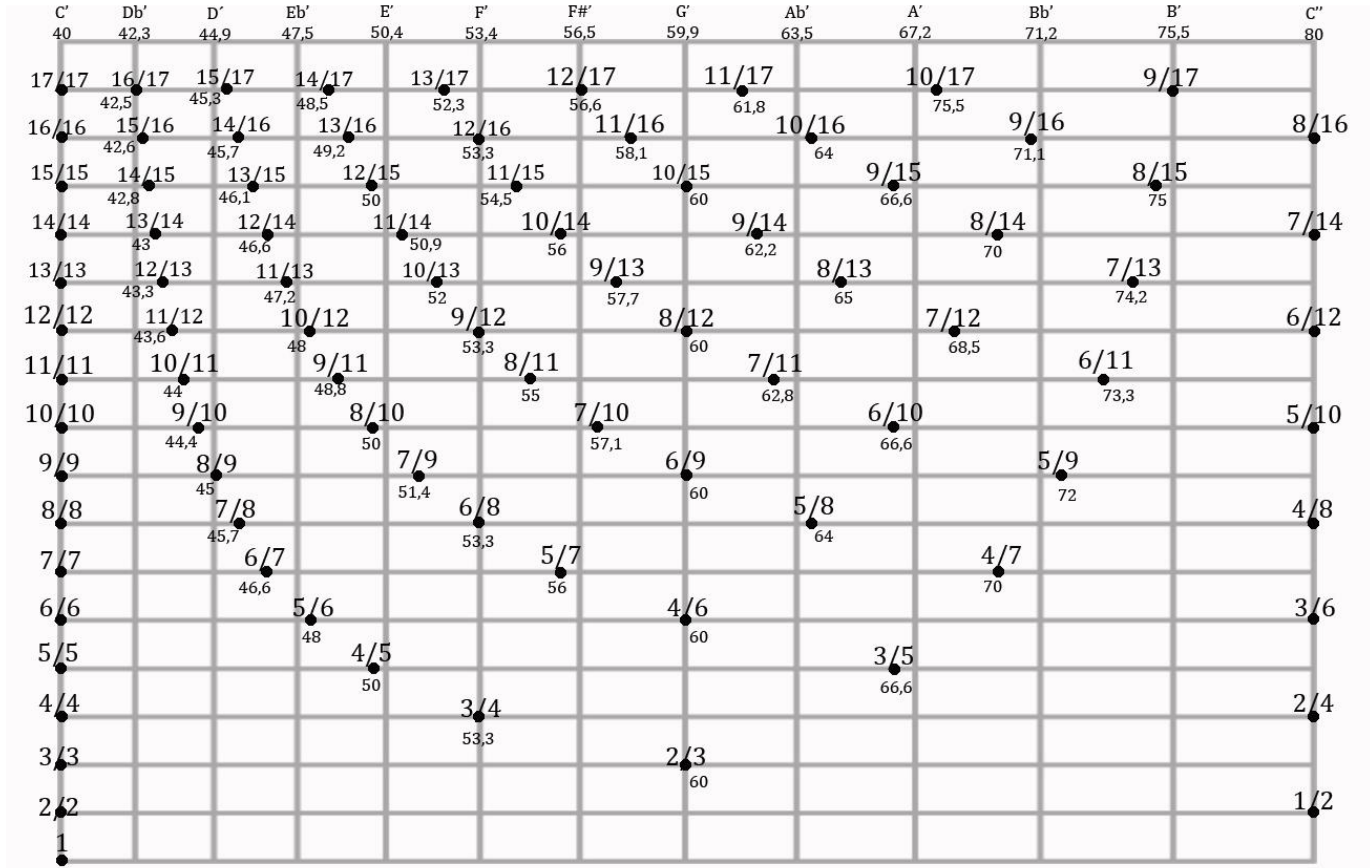
<table>
<tr><th>Compás</th><th></th><th>Frecuencia del compás</th></tr>
<tr><td>4/4
5/5
6/6</td><td>25 x 4/4
25 x 5/5
25 x 6/6</td><td>25 CPM</td></tr>
<tr><td>8/7</td><td>25 x 7/8</td><td>21, 87 CPM</td></tr>
<tr><td>8/9</td><td>25 x 9/8</td><td>28,12 CPM</td></tr>
<tr><td>3/4</td><td>25 x 4/3</td><td>33,33 CPM</td></tr>
</table>

Para apreciar la ubicación exacta de los compases en el rango de una octava ascendente y descendente, a continuación los vamos a situar en una línea de frecuencias. La cuadratura marca los valores temperados traducidos a CPM. *(Ejemplo a partir de redonda = 40 PPM).*

Intervalos descendentes



Intervalos ascendentes



6.10- CAMBIO DE TONO RÍTMICO

A lo largo de toda la sexta parte y especialmente en los dos últimos capítulos, hemos establecido relación entre intervalos y compases irracionales. Hasta el momento hemos tomado como unidad de referencia la nota **C** en todos los ejemplos *(para referirnos a aquellos compases en los que numerador y denominador son un mismo número, ej.. 2/2, 3/3, 4/4, 5/5, etc...).*

A partir de esta unidad de referencia, cada fracción *(o compás)* es asociada a una determinada nota. *(Ej. 4/5=* ***E****. Intervalo de tercera mayor).*

Intervalo	Ejemplo	Compás	Proporción frecuencia	Frecuencia ejemplo
1	C	4/4 5/5	4/4 = 1 5/5 = 1	40 CPM
3	E	4/5	5/4	50 CPM

El concepto de "**tono rítmico**" que pretendemos definir en este capítulo, nos va a servir para poder encadenar sucesivas modulaciones rítmicas sin perder la referencia.

El compás de 4/5 se ubica a una distancia de tercera mayor ascendente con respecto a la unidad de referencia *(que en este caso es* ***C****).* **E** es intervalo de tercera mayor con respecto a **C**, por lo que se define con la proporcionalidad de 4/5.

C está actuando como centro tonal, puesto que la proporcionalidad de los demás compases se mide con respecto a la unidad definida por su duración. Pero en un determinado momento podemos cambiar la óptica estableciendo un **nuevo centro tonal**.

Los 4/5 de **E** con respecto a **C** pueden pasar a entenderse como 4/4 si establecemos la nota **E** como nuevo centro tonal. A partir de este momento la unidad de referencia pasa a ser la duración del compás **E**.

Centro tonal
C 40 CPM

4/4 — C 40 CPM
5/5 — C 40 CPM
4/5 — E 50 CPM

Centro tonal
E 50 CPM

4/4 — E 50 CPM

Para hacerlo posible simplemente hemos alterado el valor del denominador para que coincida con el numerador.

Centro tonal C 40 CPM	Centro tonal E 50 CPM
4/5 E 50 CPM	4/4 E 50 CPM

Ahora es la duración de **E** la que define la proporcionalidad de los demás compases. El compás de 4/5 se define entonces por su intervalo de tercera mayor, que es **G#**. [1]

Centro tonal
E 50 CPM

4/4 E 50 CPM
5/5 E 50 CPM
4/5 G# 62,5 CPM

A la hora de escribir en una partitura estos cambios de tono rítmico, puede ser suficiente con indicar la igualdad entre los compases que sufren la transformación. *(Anotamos debajo en el ejemplo el valor de cada compás y el centro tonal rítmico para el análisis que estamos realizando, pero es prescindible en la partitura).*

4/4 — 5/5 — 4/5 = 4/4 — 5/5 — 4/5

C 40 CPM — C 40 CPM — E 50 CPM — E 50 CPM — G# 62,5 CPM

Centro tonal
C 40 CPM | E 50 CPM

Para retornar al Centro tonal original basta con desandar el camino invirtiendo las fracciones de los compases. Si un compás de 4/5 representa un salto de tercera mayor ascendente, otro de 5/4 hará el mismo intervalo pero en sentido descendente.

[1] En el capítulo 2.1 establecimos el cifrado interválico desde cada tono del sistema temperado.

Centro tonal
C 40 CPM

4/4 C 40 CPM

5/5 C 40 CPM

4/5 E 50 CPM

Centro tonal
E 50 CPM

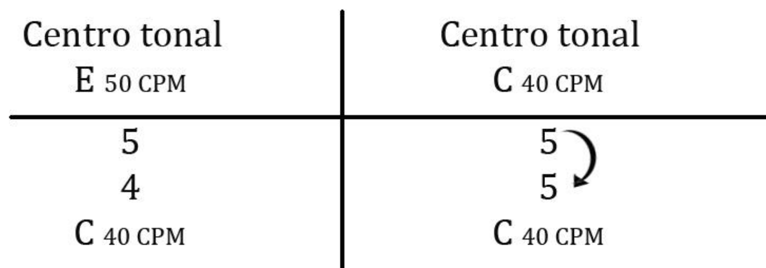
4/4 E 50 CPM

5/4 C 40 CPM

Centro tonal
C 40 CPM

5/5 C 40 CPM

El compás de 5/4 pasa a ser un 5/5 cuando volmemos a cambiar de tono rítmico desde **E** hacia **C**.



4/4 C 40 CPM | 5/5 C 40 CPM | 4/5 = 4/4 E 50 CPM | 5/5 E 50 CPM | 4/5 G# 62,5 CPM

Centro tonal
C 40 CPM | E 50 CPM

5/5 E 50 CPM | 4/4 E 50 CPM | 5/4 = 5/5 C 40 CPM | 4/4 C 40 CPM

Centro tonal
E 50 CPM | C 40 CPM

Al retornar deshaciendo el mismo camino *(como en el ejemplo*) la resolución matemática es perfecta. Pero como sabemos es posible expresar un mismo intervalo utilizando fracciones diferentes. Esto nos va a permitir utilizar caminos alternativos para retornar al tono de origen. Hay tener en cuenta que las fracciones diferentes que expresan un mismo intervalo tienen valores aproximados pero no iguales entre sí, por lo que si decidimos hacerlo hemos de asumir que no retornaremos al mismo valor matemático, sino a uno aproximado.

En los capítulos anteriores hemos visto como este caso se da por ejemplo en el intervalo de segunda mayor. Para la expresión de este intervalo encontramos diferentes fracciones.

Segunda mayor		
C 0	**-----**	**D 0**
11/11		10/11
10/10		9/10
9/9		8/9
8/8		7/8

Pero estas fracciones dan resultados diferentes, por lo que la duración y frecuencia del compás no va a ser misma para cada caso.

C
10/10 C 40 CPM
9/9 C 40 CPM
8/8 C 40 CPM
D
9/10 D 44,4 CPM
8/9 D 45 CPM
7/8 D 45,5 CPM

Contamos con la opción de subir un tono utilizando una fracción *(ej: 8/9)* y volver al tono original utilizando la inversión de otra diferente *(ej: 8/7),* pero como es evidente, no lograremos volver exactamente al mismo punto de partida, sino a uno aproximado.

Centro tonal C 40 CPM
8/8 C 40 CPM
9/9 C 40 CPM
8/9 D 45 CPM

Centro tonal D 45 CPM
8/8 D 45 CPM
7/7 D 45 CPM
8/7 C 39,3 CPM

Centro tonal C 39,3 CPM
8/8 C 39,3 CPM

En el ejemplo hemos realizado dos cambios de tono rítmico. En primer lugar hemos modulado de **C** a **D** equiparando los 8/9 del tono original a los 8/8 del segundo tono. El retorno lo hacemos equiparando los 8/7 de **D** a los 8/8 de **C**. Pero en el proceso el valor de **C** ha sufrido una modificación. Inicialmente era de 40 CPM y al retornar su valor es de 39,3 CPM.

Centro tonal C 40 CPM	Centro tonal D 45 CPM
8 9 D 45 CPM	8 8 D 45 CPM

Centro tonal D 45 CPM	Centro tonal C 39,3 CPM
8 7 C 39,3 CPM	8 8 C 39,3 CPM

La modulación escrita en una partitura podría ser la siguiente:

4/4 — 9/9 — 8/9 = 8/8

C 40 CPM — C 40 CPM — D 45 CPM

Centro tonal C 40 CPM — D 45 CPM

7/7 — 8/7 8/8

D 45 CPM — C 39,3 CPM

Centro tonal D 45 CPM — C 39.3 CPM

Mediante la encadenación de sucesivos cambios de tono rítmico es posible diseñar múltiples itinerarios para desplazarnos en el tiempo. La referencia tonal *(y de manera mucho más precisa la medida de los compases según su frecuencia*) nos aportan un manejo controlado para saber hacia dónde conducen los cambios de compás. Incluso hacen posible el retorno *(de manera aproximada)* al punto de partida desde el que comenzamos a modular.

Podemos por ejemplo subir un tono de **C** a **D**. Después subir otro tono de **D** a **E** y finalmente regresar *(aproximadamente)* a **C** mediante una tercera mayor descendente.

Centro tonal	Compás	Resultado
C 40 CPM	8/8	C 40 CPM
	9/9	C 40 CPM
	8/9	D 45 CPM
D 45 CPM	8/8	D 45 CPM
	9/9	D 45 CPM
	8/9	E 50,6 CPM
E 50,6 CPM	8/8	E 50,6 CPM
	10/8	C 40,4 CPM
C 40,3 CPM	10/10	C 40,4 CPM
	8/8	C 40,4 CPM

4/4 — 9/9 — 8=8 / 9 8 — 9/9

C 40 CPM — C 40 CPM — D 45 CPM — D 45 CPM

Centro tonal C 40 CPM — D 45 CPM

8=8 / 9 8 — 10=10 / 8 10 — 4/4

E 50,6 CPM — C 40,4 CPM — C 40,4 CPM

E 50,6 CPM — C 40,4 CPM

A continuación proponemos un par de ejemplos más de modulaciones rítmicas que podemos realizar mediante este sistema:

C'^{4}_{4}	$C'^{6}_{4} = F^{6}_{6}$	F^{9}_{9}	$F^{8}_{9} = G^{8}_{8}$	$G^{6}_{8} = C'^{6}_{6}$
40 CPM	26,6 CPM	26,6 CPM	30 CPM	40 CPM

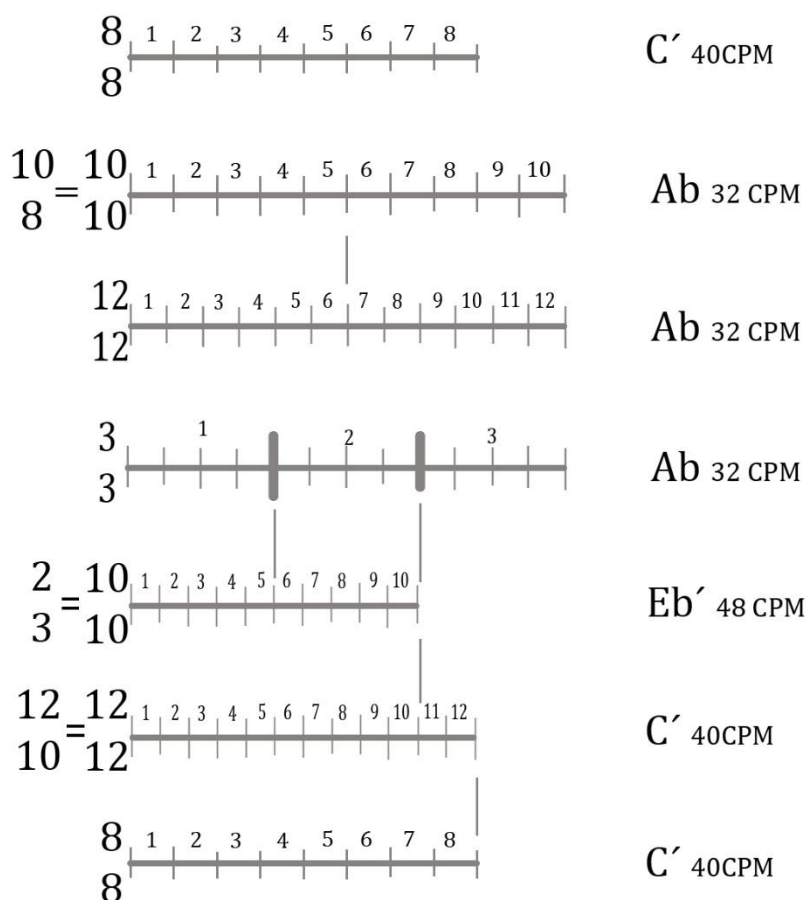
En este ejemplo apreciamos la relación entre una nota y sus intervalos descendentes de quinta y cuarta. El retorno es exacto cuando manejamos estos intervalos

C^{16}_{16}	$C^{11}_{16} = F\#^{11}_{11}$	$F\#^{12\ \ 8}_{12\ \ 8}$	$F\#^{11}_{8} = C^{11}_{11}$	$C^{12\ \ 16}_{12\ \ 16}$
40 CPM	58,1 CPM	58,1 CPM	42,3 CPM	42,3 CPM

[2]

Este otro ejemplo se basa en la relación tritonal del armónico once con respecto a la raíz. Al realizar dos tritonos consecutivos regresamos a la nota de origen. Sin embargo existe una clara imprecisión en el retorno debido a la inexactitud del armónico once con respecto al tritono temperado. Intercalamos los compases de 12/12, porque facilitan el tránsito del 11/11 al 8/8 o al 16/16.

Las posibilidades para diseñar itinerarios son múltiples, y siempre podemos representar gráficamente la duración de las figuras y los compases para facilitar la comprensión de lo que pretendemos hacer.



[3]

---

[2] Esquema rítmico "KoraKola" (Iovis RevoluCiklón Vol.2)

[3] Esquema rítmico "Ciklomorfosis" (Iovis RevoluCiklón Vol.2)

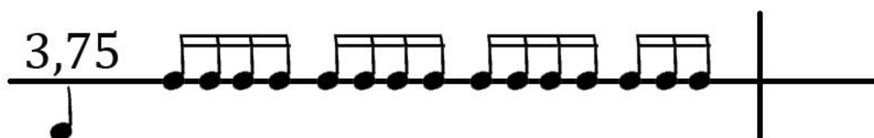
En este último ejemplo se obvia algún paso. El cambio de 3/3 a 2/3 incluye también un cambio en la subdivisión de cuatro a cinco figuras por cada pulso .

Todos los ejemplos desarrollados en este capítulo toman como punto de partida el valor de 40 CMP en el **C** inicial. Pero este valor puede ser cualquier otro. Las modulaciones rítmicas se definen por las proporcionalidades que manejamos, y se cumplen igualmente independientemente del valor inicial que establezcamos.

6.11- VALOR AÑADIDO EN EL NUMERADOR DEL COMPÁS

Los denominados *"compases fraccionarios"* son una interesante alternativa al uso de los compases irracionales, que pueden ser especialmente útiles para simplificar la escritura de pequeñas inflexiones que cambian la métrica momentáneamente.

Derivan de los *"compases decimales"* en los que el numerador del compás no es expresado con un número entero, lo que supone una unidad incompleta de la subdivisión expresada por el denominador.



En este ejemplo apreciamos como en el compás de **3,75/4** entran tres negras completas y tres cuartos adicionales que dan lugar a las tres últimas semicorcheas. En total caben quince semicorcheas, por lo que podría también ser expresado como un compás de **15/16**.

La expresión fraccionaria del mismo surge al traducir la parte decimal a fracción, lo cual resulta mucho más útil cuando manejamos compases y figuras rítmicas. La conversión del decimal es posible hacerla por adición *(en este caso 3/4 de negra)* como por sustracción *(menos 1/4 de negra en el ejemplo)*.

$$\frac{3{,}75}{4} = \frac{3^{\,3/4}}{4} = \frac{4^{\,-1/4}}{4} = \frac{15}{16}$$

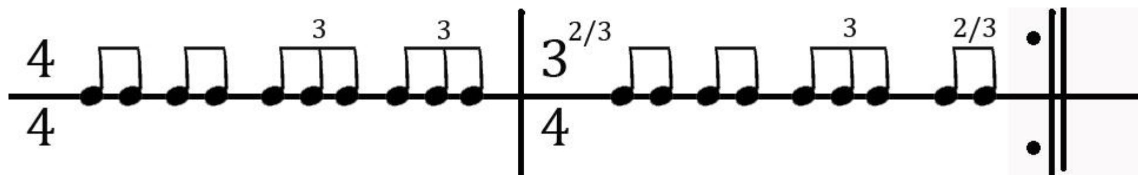
Por lo que tenemos cuatro maneras para referirnos a este compás en el que entran quince semicorcheas. La expresión decimal, la expresión fraccionaria por adición, la expresión fraccionaria por sustracción y la expresión en semicorcheas. Lógicamente es la cuarta la más sencilla y la que seguramente elegiríamos. Pero el ejemplo es bastante útil para entender cómo funcionan los compases fraccionarios.

El **valor añadido en el numerador del compás** nos sirve por lo tanto para expresar la parte incompleta del decimal. Como ya sabemos, el denominador indica la subdivisión del compás y el numerador el número de subdivisiones que nos entran. La pequeña fracción adicional toma también como unidad de referencia el denominador del compás *(una negra en el ejemplo).*

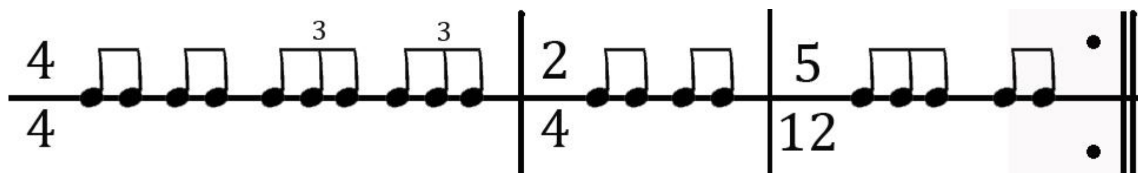
El numerador 3,75 puede ser abordado como *(3 + 3/4)* o bien como *(4 - 1/4)*. Considerando que es mucho más útil el manejo de la expresión por adición, descartamos el uso de las expresiones por sustracción.

Siempre que el compás pueda ser expresado de manera más sencilla con una subdivisión más pequeña *(como sucedía en el ejemplo)* es preferible hacerlo. Los compases fraccionarios tienen su sentido cuando la figura incompleta es expresada con fracciones que no pueden ser solucionadas con figuras elementales.

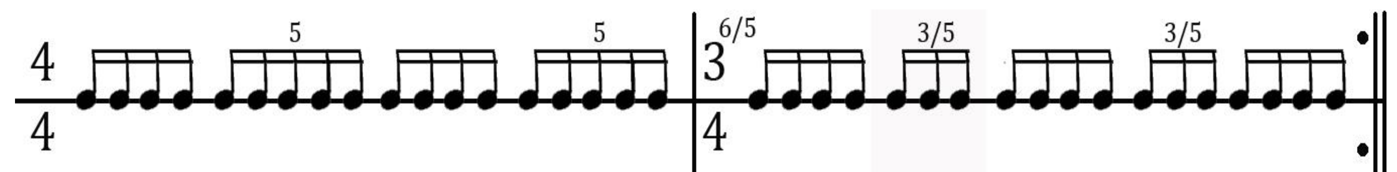
El enfoque de los compases irracionales está presente, ya que vamos a manejar fracciones de todo tipo, solo que estos *"microcompases irracionales"* son insertados dentro del compás principal y afectan únicamente a las figuras incompletas del mismo.



En este caso, el compás de **3/4** presenta un valor adicional de 2/3 de negra. Al final del compás hay dos tresillos y el tercero se omite ocasionando un cambio repentino en el pulso. Podríamos escribirlo de otra forma empleando compases irracionales del siguiente modo:

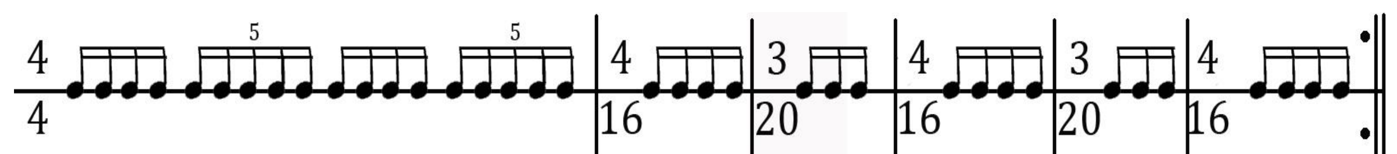


Pero la expresión fraccionaria facilita bastante la escritura si hay varias figuras incompletas y también cuando estas se sitúan en medio del compás.

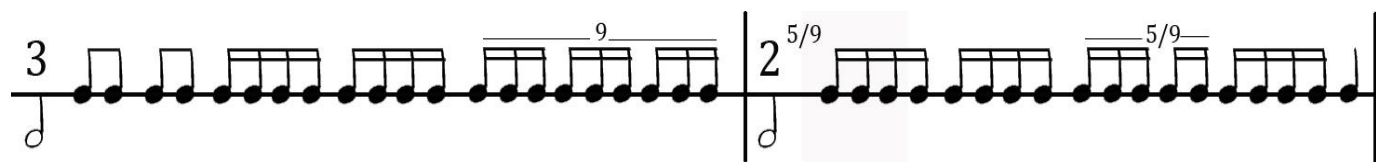


El valor añadido de 6/5 para el compás de **3/4** del ejemplo supera la duración de una negra, por lo que sería equivalente un compás de **4/4** con 1/5 de valor añadido. Pero los seis cinquillos están repartidos en dos grupos en distintos lugares del compás, por lo que adquiere sentido destacar que son seis los cinquillos que no completan la duración de la negra.

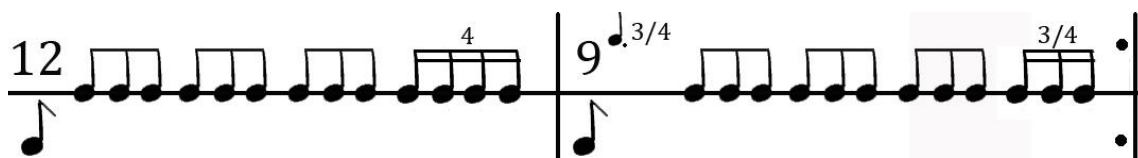
Serían necesarios cinco compases irracionales para la escritura de este compás, por eso la alternativa fraccionaria resulta mucho más eficiente para casos como este.



Los compases fraccionarios funcionan también estupendamente cuando la figura del denominador es una blanca. En estos casos las fracciones del valor añadido representan porciones de blanca.



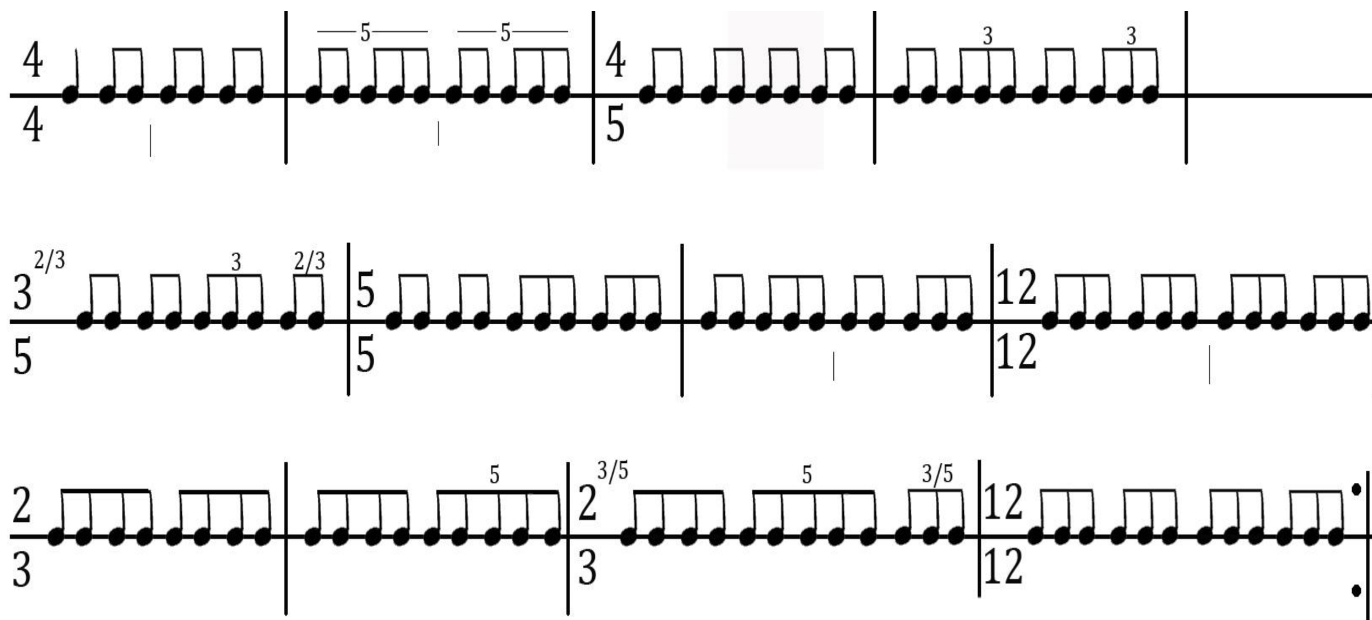
Cuando los compases son de subdivisión ternaria nos encontramos con un problema. Las figuras del denominador *(corchea o semicorchea habitualmente)* reflejan un tercio del pulso. Si utilizáramos una fracción de valor añadido sin realizar ninguna especificación este actuaría sobre la figura del denominador y no sobre el pulso, que es lo que nos interesa subdividir de otra manera. Necesitamos realizar una aclaración adicional especificando la figura sobre la que actúa la fracción del valor añadido *(Si el denominador del compás fuera una corchea, habría que especificar que el valor añadido actúa sobre una negra con puntillo).*



El mismo problema nos encontraremos si el pulso está subdividido en agrupaciones irregulares. Las anotaciones fraccionarias para estos casos pueden llegar a resultar algo complejas.

Compases irracionales y compases fraccionarios son dos opciones de escritura que tenemos a nuestra disposición para abordar el ritmo desde la óptica que nos brinda la matemática fraccional. Según el propósito puede ser más apropiada una u otra alternativa. Los compases fraccionarios de valor añadido facilitan mucho la escritura cuando los cambios rítmicos son breves inflexiones que pueden ser expresadas dentro de un mismo compás. Pero para efectuar modulaciones rítmicas más consistentes o para realizar cambios de compás, ofrecen mayor potencial y control los compases irracionales. Realizando una comparativa con la modulación tonal, podríamos decir que los compases con valor añadido son adecuados para un breve intercambio modal, mientras que los cambios entre compases irracionales son preferibles para una modulación plenamente consolidada.

Estas dos técnicas no son incompatibles entre sí, puesto que en realidad se basan en los mismos principios. De hecho es posible combinarlas con muy buenos resultados. Podemos emplear fracciones de valor añadido sobre compases irracionales y obtener de este modo el máximo rendimiento para la escritura del ritmo.



4
4
5
5
4
5
3
3
3
5
2/3
3
2/3
5
5
12
12
2
3
5
2
3
3/5
5
3/5
12
12

7. GEOMETRÍA MICROTONAL DEL TEMPERAMENTO IGUAL

7.1 TEMPERAMENTO IGUAL Y MICROTONOS

El desarrollo de esta séptima parte tiene como objetivo el estudio de otras geometrías posibles del temperamento igual más allá del modelo de doce sonidos que manejamos de manera habitual.

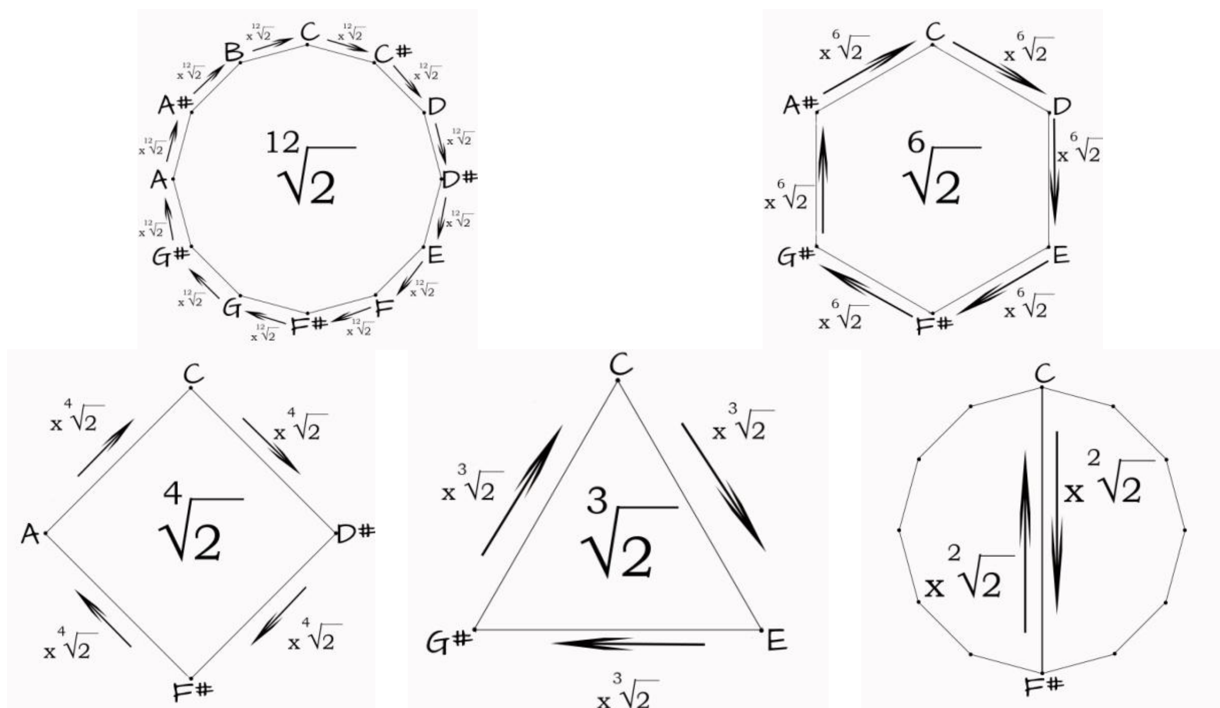
Sabemos que el temperamento igual nos permite dividir el intervalo de octava en partes proporcionalmente iguales entre sí. Su cálculo en términos de frecuencia lo logramos multiplicando por la raíz x de dos. [1]



En la ecuación el radicando dos representa la proporción del intervalo de octava *(ya que este se obtiene al multiplicar por dos la frecuencia fundamenta*l) y el índice de la raíz representa el número de notas en los que se desea dividir el intervalo de octava.

El valor de un **semitono temperado** se obtiene al multiplicar por **la raíz duodécima de dos**, y si repetimos el procedimiento doce veces seguidas con cada nueva frecuencia alcanzamos un valor del doble con respecto al punto de partida *(es decir, su intervalo de octava)*.

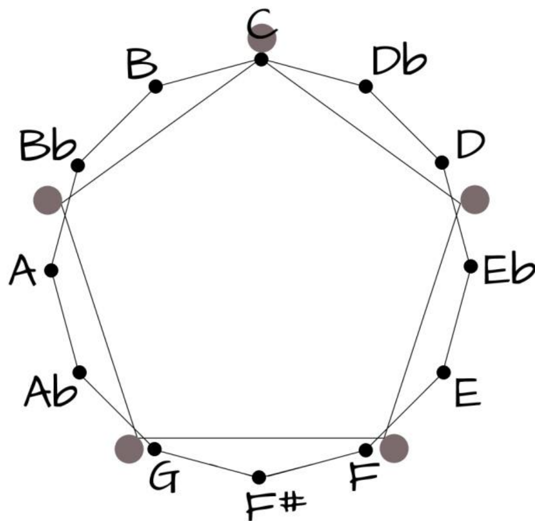
El número doce puede descomponerse en los números seis, cuatro, tres y dos, por lo que hemos manejado en múltiples ocasiones estos valores en el índice de la raíz para la obtención de un tono temperado o la escala de tonos *(raíz sexta de dos),* las notas de la tetrada disminuida *(raíz cuarta de dos),* las notas de la triada aumentada *(raíz cúbica de dos)*, y también para el intervalo de tritono *(raíz cuadrada de dos).*



[1] Nos hemos referido a esta ecuación en diferentes momentos a lo largo de la primera y segunda parte. Recomendamos especialmente la revisión de los capítulos 1.5, 1.7 y 2.3 en caso de duda.

Una vez hemos comprendido el funcionamiento de la ecuación, resulta inevitable cuestionarse qué es lo que puede suceder si manejamos otros números diferentes en el índice de la raíz.

Obviamente, podemos dividir en intervalo de octava en cinco notas proporcionalmente iguales entre sí *(por ejemplo)* al aplicar el número 5 en el índice. Sin embargo, el número cinco no es un submúltiplo de doce, lo que va a provocar que ninguna de las cuatro notas obtenidas coincida con alguno de los otro once sonidos del Temperamento12. Sucede geométricamente al superponer un pentágono *(regular)* sobre un dodecágono a partir de un vértice común.



$$\sqrt[5]{2}$$

Curiosamente, esta escala de cinco sonidos es utilizada de manera muy aproximada en el Gamelán indonesio. Cuatro sonidos del pentágono quedan distribuidos a distancias microtonales con respecto a los intervalos del Temperamento12.

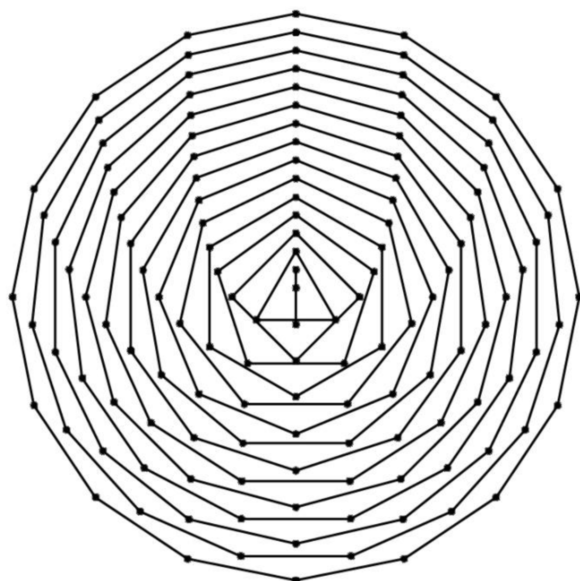
El oído occidental se ha acostumbrado de manera muy férrea a la sonoridad del Temperamento12. Hasta tal punto que incluso la consonancia perfecta del quinto armónico *(tercera mayor)* es percibida como si estuviese baja de afinación. La escucha de la microtonalidad requiere por tanto de una mentalidad abierta y tolerante ante estos sonidos, que de otro modo pueden ser fácilmente considerados como *"desagradables"* o *"desafinados".*

La microtonalidad es explorada a principios del s. XX. Henry Cowell hace alusión a la existencia de un piano en el conservatorio de Moscú diseñado para tocar cuartos de tono construido en 1864. Charles Ives realiza algunas incursiones en este terreno haciendo usos de cuartos de tono en sus composiciones. Su sinfonía nº 4 (1910-16) requiere además de una grandísima orquesta con una gran sección de percusión, coro y saxofones, de dos pianos *(uno de ellos afinado un cuarto de tono con respecto al otro.)* También Alois Haba, Wyschnegradsky, Busoni, Mildred Couper, Harry Partch entre otros realizan experimentos con cuartos de tono, tercios de tono y otras subdivisiones y elementos microtonales.

El mejicano Julián Carrillo desarrolla composiciones musicales llegando a utilizar divisiones de tercios de tono y hasta dieciseisavos de tono con un sistema teórico y de notación propio al que denomina *"Sonido 13".* Carrillo desarrolla su obra durante décadas hasta su muerte en 1965 haciendo uso de su metodología microtonal empleando para ello pianos, arpas y otros instrumentos preparados especialmente para generar estos intervalos. Actualmente existe en Méjico un movimiento activo que mantiene vivo y difunde el legado de Carrillo y su "Sonido 13".

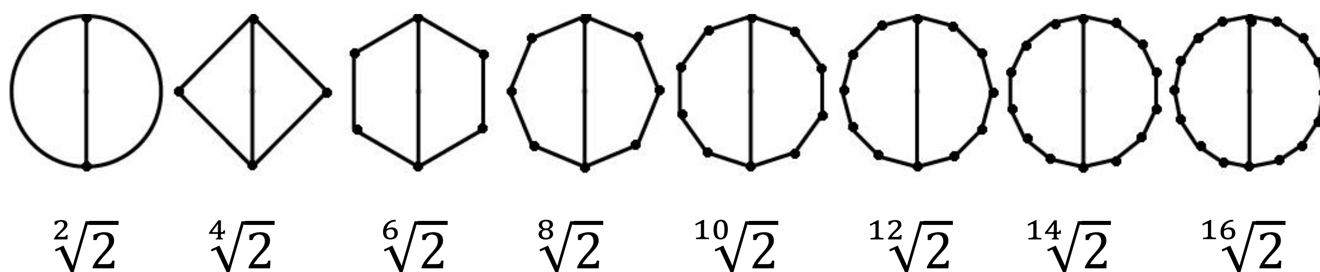
Nuestra intención para el desarrollo de esta séptima parte es establecer relaciones entre las diferentes opciones de temperamento igual tomando siempre como referencia el Temperamento12, ya que es el que conocemos y manejamos con soltura. Se pretende de este modo facilitar el acceso a estas otras posibilidades a través de su comprensión geométrica.

Aunque para este menester no vamos a establecer conexiones rítmicas entre las frecuencias obtenidas, encontramos un paralelismo geométrico evidente entre los distintos índices de la raíz de dos y los polígonos contenidos en un ritmicón. [2]

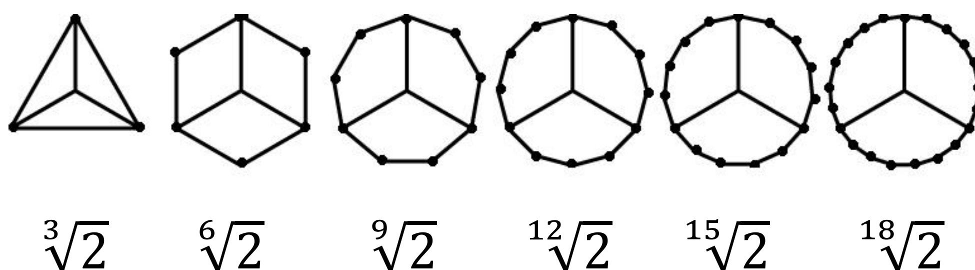


Esta comparativa nos permite deducir que el conocimiento rítmico de la serie armónica es válido también para saber qué intervalos en común tienen los diferentes temperamentos.

Todos los temperamentos pares contienen los dos intervalos del eje entre la fundamental y su tritono. *(Los impares carecen de intervalos de tritono).*

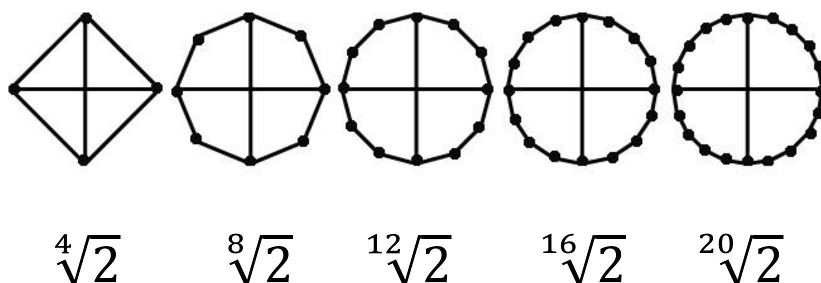


Los temperamentos que sean múltiplos de tres contendrán las tres notas de la triada aumentada.



[2] Establecemos paralelismo geométrico con el estudio rítmico de la serie armónica que llevamos a cabo en la sexta parte. Ver Cap. 6.3

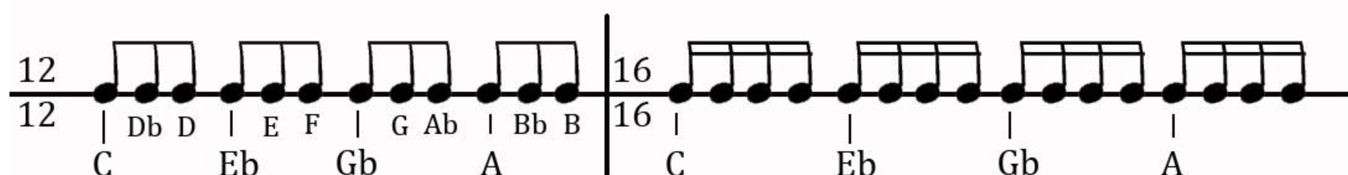
Los temperamentos que sean múltiplos de cuatro contendrán las cuatro notas de la tetrada disminuida.



Del mismo modo, los temperamentos múltiplos de seis contarán con las seis notas de la escala de tonos (TEMP12, TEMP18, TEMP24) y los temperamentos múltiplos de doce con las doce notas de la escala cromática (TEMP24, TEMP36).

Esta información resulta de gran utilidad para establecer puntos de apoyo sólidos y claros, ya que los intervalos compartidos con el Temperamento12 seremos capaces de ubicarlos de manera inmediata.

En estos casos el concepto de pasar de un temperamento a otro se podría equiparar con la habilidad rítmica para encajar un número diferente de figuras manteniendo el pulso. Cambiar de TEMP12 a TEM16 sería por lo tanto algo parecido a realizar un cambio rítmico de 12/12 a 16/16. [3]



Apoyándonos en las cuatro notas de la tetrada disminuida hemos de ser capaces de encajar cuatro sonidos donde caben tres semitonos. Para el manejo de estos sonidos adicionales hemos de desarrollar nuestras capacidades microtonales.

Los temperamentos que no cuenten con submúltiplos de doce van a resultar más complicados de utilizar, ya que no contaremos con estos puntos de apoyo (TEMP5, TEMP7, TEMP11, TEMP13, etc..)

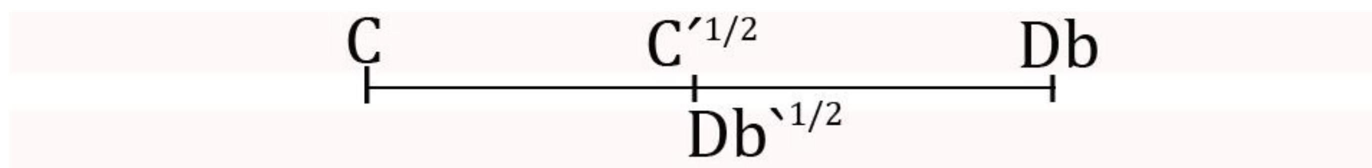
Se hace necesario establecer un cifrado que podamos manejar para los intervalos microtonales. En este estudio decidimos emplear **fracciones de semitono**, lo que nos va a permitir referenciar cual es la nota más cercana del Temperamento12 y desde esta aumentar o disminuir la fracción indicada. Para indicar el sentido ascendente o descendente manejaremos los símbolos ´ y `, como ya hicimos en los capítulos 5.7 y 5.8 en los que introducimos el Temperamento24 y los intervalos de cuarto de tono.

´ Fracción ascendente

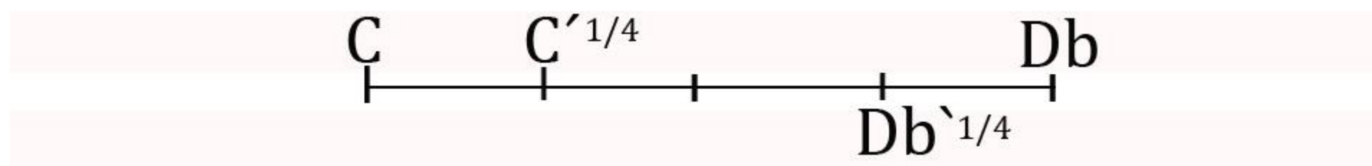
` Fracción descendente

[3] El capítulo 7.9 está dedicado a esta cuestión. Profundizaremos en la comparativa entre temperamento igual y ritmo.

Un cuarto de tono será por lo tanto equivalente a medio semitono, por lo que emplearemos la fracción 1/2 para referirnos al cuarto de tono.



La fracción 1/4 de semitono es equivalente a un octavo de tono.



El salto que se genera entre intervalos en los diferentes temperamentos puede ser medido en semitonos dividiendo el número doce entre el índice empleado en cada raíz.

Temperamento	Proporción frecuencia	Cálculo	Semitonos entre intervalos
2	$\sqrt[2]{2}$	12/2	6
3	$\sqrt[3]{2}$	12/3	4
4	$\sqrt[4]{2}$	12/4	3
5	$\sqrt[5]{2}$	12/5	2,4
6	$\sqrt[6]{2}$	12/6	2
7	$\sqrt[7]{2}$	12/7	1,714
8	$\sqrt[8]{2}$	12/8	1,5
9	$\sqrt[9]{2}$	12/9	1,33
10	$\sqrt[10]{2}$	12/10	1,2
11	$\sqrt[11]{2}$	12/11	1,09
12	$\sqrt[12]{2}$	12/12	1
13	$\sqrt[13]{2}$	12/13	0,923
14	$\sqrt[14]{2}$	12/14	0,857
15	$\sqrt[15]{2}$	12/15	0.8
16	$\sqrt[16]{2}$	12/16	0,75
17	$\sqrt[17]{2}$	12/17	0,705
18	$\sqrt[18]{2}$	12/18	0,66
24	$\sqrt[24]{2}$	12/24	0,5

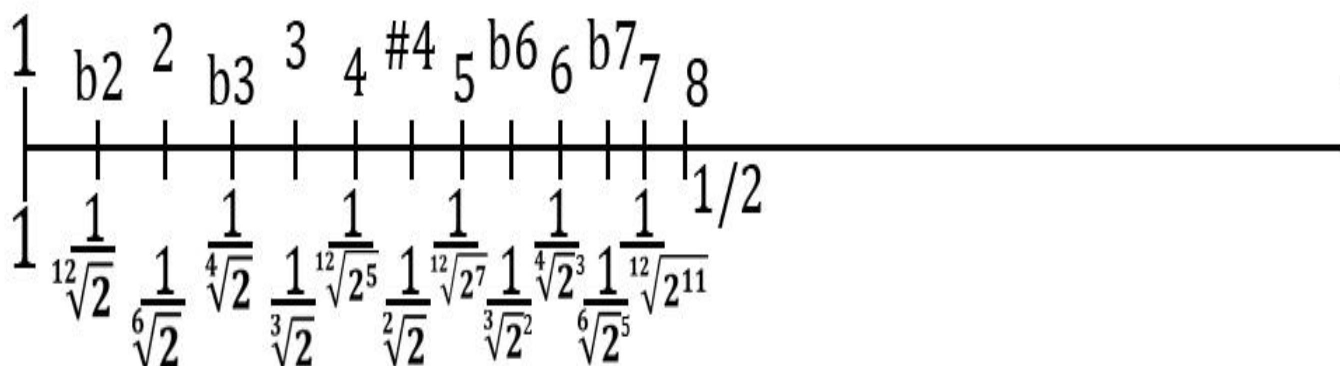
Los resultados con decimales son los que manifiestan la necesidad de emplear fracciones microtonales. En el **Temperamento 8** por ejemplo, el salto entre intervalos es de 1,5 semitonos. Partiendo de la nota **C** un salto de 1,5 semitonos da como resultado la nota **D´1/2.**

La manera más precisa de alcanzar estas afinaciones va a ser siempre calcular y medir las frecuencias. Con este propósito es posible la utilización de la informática y la afinación de instrumentos de cuerda o viento. Pero son especialmente interesantes los instrumentos de cuerda sin trastes para manejar con soltura los diferentes temperamentos, pudiendo incluso acceder a ellos desde cualquier nota, combinarlos o cambiar de uno a otro de manera inmediata manteniendo la afinación habitual de las cuerdas.

Ya conocemos la relación inversamente proporcional que existe entre la longitud de onda y la frecuencia. Sabemos que al digitar sobre la cuerda alteramos la longitud de onda y obtenemos sonidos progresivamente más agudos a medida que acortamos el tamaño de la cuerda.

En términos de frecuencia, un semitono temperado ascendente se calcula multiplicando por la raíz duodécima de dos. En cambio, para calcular dónde se ubica el intervalo en una cuerda será necesario dividir su longitud por la raíz duodécima de dos.

Podemos aplicar de forma invertida las proporciones definidas en la página 83 para calcular la **posición de cada intervalo del Temperamento12:** [4]



Elegimos en próximos ejemplos la ubicación de los intervalos microtonales sobre una cuerda, ya que resulta muy visual su comprensión facilitando además el entendimiento de la proporcionalidad entre longitudes de onda. La principal dificultad a la que nos enfrentamos es que la distancia métrica entre intervalos va disminuyendo a medida que acortamos la cuerda. Esto repercute de manera directa en la ubicación de los intervalos microtonales. Medio semitono no es equivalente a la mitad de la distancia que existe entre dos semitonos. Su ubicación exacta queda ligeramente más cercana a la nota aguda.

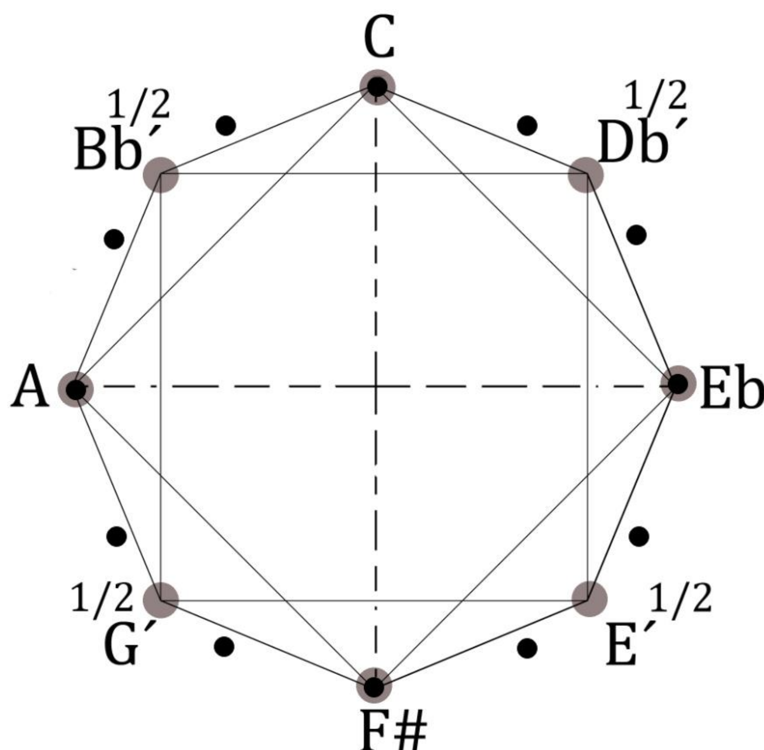
Nos parecen especialmente interesantes los temperamentos que ofrecen la posibilidad de emplear geometrías contenidas entre sus submúltiplos. Resultan bastante atractivas para una ampliación de los modos de transposición limitada. [5] El cromatismo microtonal o la armonía en espejo son otras utilidades interesantes que podemos aplicar.

A lo largo de los siguientes capítulos analizaremos las peculiaridades de diferentes temperamentos y sus relaciones entre sí, tomando siempre como referencia principal el Temperamento12.

[4] En la página 83 se definen estas proporciones en términos de frecuencia. Para calcular sus respectivas longitudes de onda es necesario aplicarlas de manera invertida.

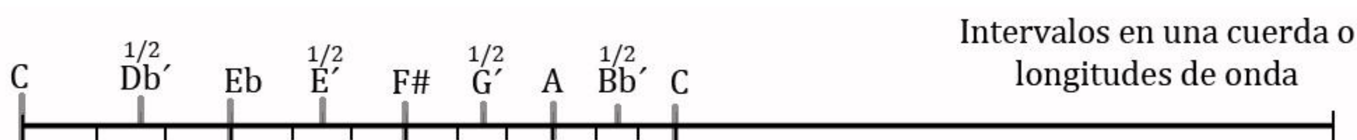
[5] Los modos de transposición limitada del TEMP12 los estudiamos en el capítulo 5..11

7.2 TEMPERAMENTO 8



$$\sqrt[8]{2}$$

Distancia entre intervalos:
1,5 semitonos

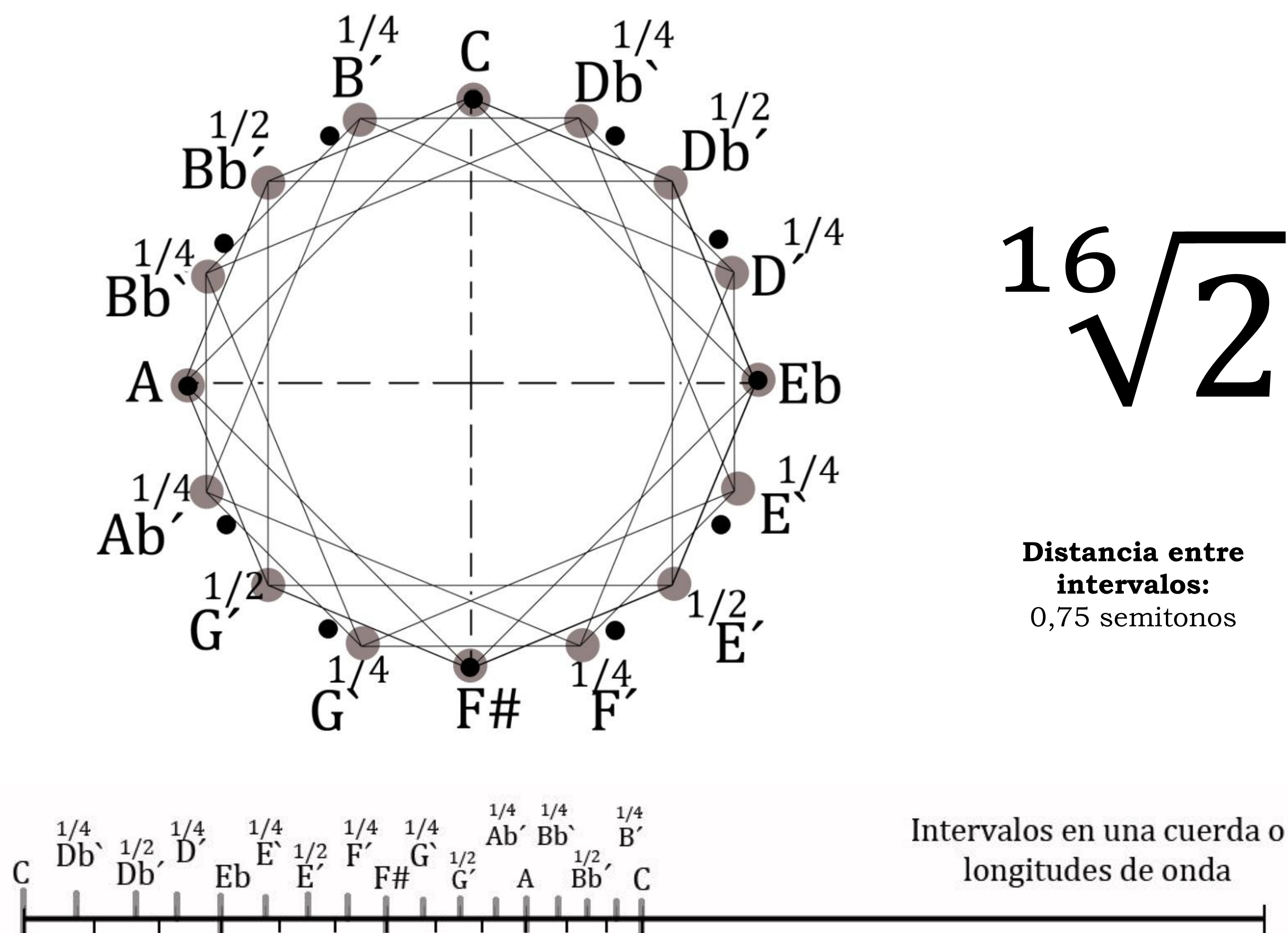


Nota	Proporción cuerda o longitud de onda	Proporción frecuencia	Frecuencia ejemplo
C	**C = 1**	**C4**	261,62 Hz
Db´1/2	C : $\sqrt[8]{2}$ = Db´1/2	C x $\sqrt[8]{2}$ = Db´1/2	285,29 Hz
Eb	Db´1/2 : $\sqrt[8]{2}$ = Eb	Db´1/2 x $\sqrt[8]{2}$ = Eb	311,12 Hz
E´ 1/2	Eb : $\sqrt[8]{2}$ = E´1/2	Eb x $\sqrt[8]{2}$ = E´1/2	339,27 Hz
F#	E´1/2 : $\sqrt[8]{2}$ = F#	E´1/2 x $\sqrt[8]{2}$ = F#	369,99 Hz
G´1/2	F#: $\sqrt[8]{2}$ = G´1/2	F# x $\sqrt[8]{2}$ = G´1/2	403,48 Hz
A	G´1/2 : $\sqrt[8]{2}$ = A	G´1/2 x $\sqrt[8]{2}$ = A	440,00Hz
Bb´1/2	A : $\sqrt[8]{2}$ = Bb´1/2	A x $\sqrt[8]{2}$ = Bb´1/2	479,82 Hz

Cuenta con cuatro puntos de apoyo sobre el TEM12 correspondientes a la tetrada disminuida.

La principal peculiaridad geométrica del **Temperamento 8** son sus dos cuadrados disminuidos. Su sonoridad es parecida a la escala octófona disminuida, pero en este caso el módulo generador es el intervalo de un semitono y medio.

7.3 TEMPERAMENTO 16

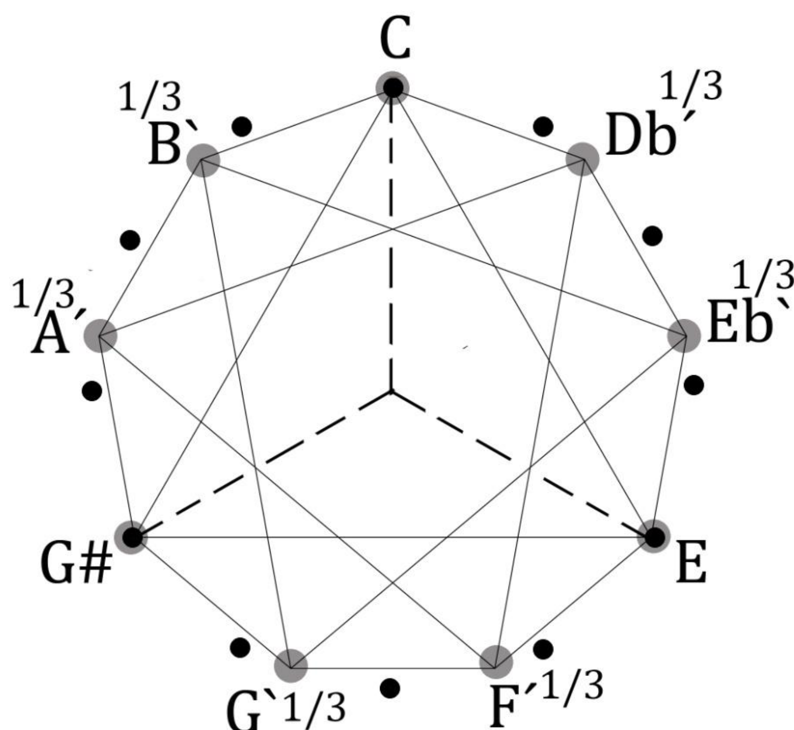


Nota	C	Db`1/4	Db´1/2	D´1/4	Eb	E`1/4	E´1/2	F´1/4
Frecuencia ejemplo	261,62 Hz	273,20 Hz	285,29 Hz	297,92 Hz	311,12 Hz	324,89 Hz	339,27 Hz	354,30 Hz
Nota	F#	G`1/4	G´1/2	Ab´1/4	A	Bb`1/4	Bb´1/2	B´1/4
Frecuencia ejemplo	369,99 Hz	386,36 Hz	403,48 Hz	421,34 Hz	440,00Hz	459,48 Hz	479,82 Hz	501,06 Hz

El **Temperamento16** emplea los ocho sonidos del TEMP8 e intercala un octógono adicional entre sus sonidos. Comparte los mismos cuatro puntos de apoyo sobre el TEMP12 y permite la generación de cuatro cuadrados disminuidos.

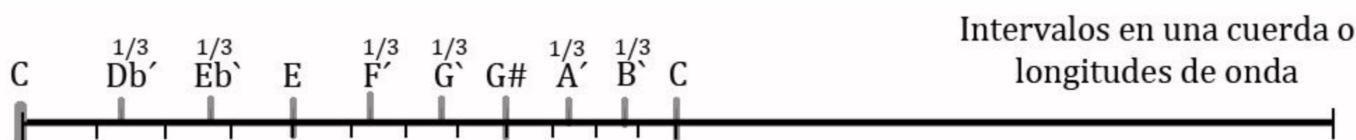
Sus posibilidades para generar módulos de transposición limitada resultan bastante atractivas. También es interesante su uso en la realización de cromatismos microtonales.

7.4 TEMPERAMENTO 9



$$\sqrt[9]{2}$$

Distancia entre intervalos:
1,33 semitonos



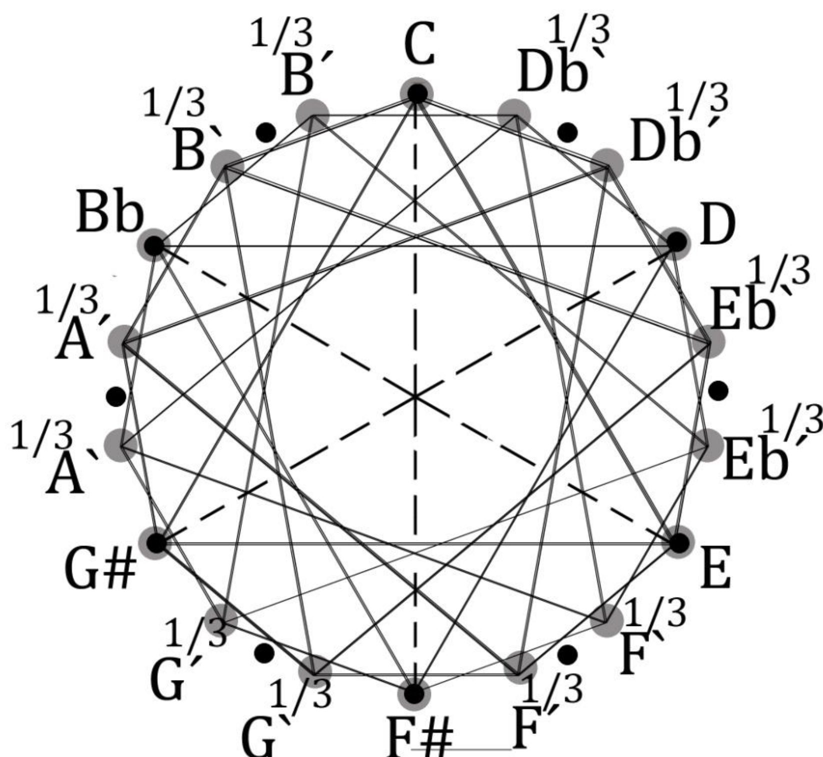
Nota	C4	Db´1/3	Eb`1/3	E	F´1/3	G`1/3	G#	A´1/3	B`1/3
Frec	261,62 Hz	282,56 Hz	305,18 Hz	329,62 Hz	356,00 Hz	384,51 Hz	415,30 Hz	448,54 Hz	484,45 Hz

El **Temperamento 9** cuenta con tres puntos de apoyo sobre el TEMP12 correspondientes a la triada aumentada. Los otros seis sonidos se distribuyen a distancias de un tercio de semitono de otros sonidos del TEMP12.

Comparte muchas similitudes con el tercer modo de Oliver Messiaen *(o escala eneáfona),* pero en este caso el módulo generador es el intervalo de 1,33 semitonos. Es posible desplegar la triada aumentada desde cualquier sonido, ya que conviven tres triángulos equiláteros dentro del eneágono.

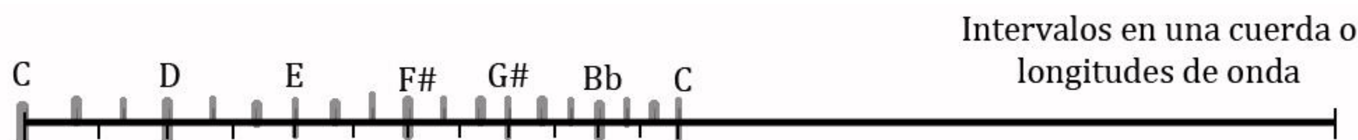
Al tratarse el nueve de un número impar, no se generan intervalos de tritono en el **TEMP9**.

7.5 TEMPERAMENTO 18



$$\sqrt[18]{2}$$

Distancia entre intervalos:
0,66 semitonos



Nota	C4	Db`1/3	Db´1/3	D	Eb`1/3	Eb´1/3	E	F`1/3	F´1/3
Frec	261,62 Hz	271,89 Hz	282,56 Hz	293,66 Hz	305,18 Hz	317,16 Hz	329,62 Hz	342,56 Hz	356,00 Hz
Nota	F#	G`1/3	G´1/3	G#	A`1/3	A´1/3	Bb	B`1/3	B´1/3
Frec	369,99 Hz	384,51 Hz	399,60 Hz	415,30 Hz	431,60 Hz	448,54 Hz	466,16 Hz	484,45 Hz	503.48 Hz

El **Temperamento18** supone la duplicación del TEMP9, es decir, que intercalamos otro polígono de nueve vértices entre los nueve sonidos del TEMP9. Al ser 18 número par ahora si podemos trazar intervalos de tritono desde cualquier sonido.

El 18 es además múltiplo de 6, por lo que podemos realizar tres combinaciones diferentes para generar hexátonas. De hecho, el **TEMP18** cuenta con seis puntos de apoyo sobre el TEM12 correspondientes a la hexátona de tonos enteros. El **TEMP18** se forma por la subdivisión en tercios de tono sobre el *TEMP6 (Aunque nosotros hemos referenciado la microtonalidad en tercios de semitono, el módulo generador 0,66 semitonos se corresponde con un tercio de tono).*

7.6 MÚLTIPLOS DE DOCE

Utilizan **los doce sonidos del TEMP12** los temperamentos **múltiplos de 12** (TEMP24, TEM36, TEMP48). Las distancias entre intervalos son de mitades, tercios y cuartos de semitono *(respectivamente).*

Temperamento	Proporción	Distancia entre intervalos
TEMP24	$\sqrt[24]{2}$	0,5 semitonos
TEMP36	$\sqrt[36]{2}$	0,33 semitonos
TEMP48	$\sqrt[48]{2}$	0,25 semitonos

Estas fracciones de semitono son las que hemos empleado hasta el momento para el establecimiento de los intervalos microtonales de los temperamentos estudiados durante los capítulos anteriores (TEMP8, TEMP16, TEMP9 y TEMP18).

A medida que ampliamos el número de sonidos disminuye la distancia entre intervalos. El cromatismo con saltos de cuarto de semitono *(u octavos de tono)* resulta incluso difícil de apreciar para el oído humano, por lo que la utilización de una escala cromática de 48 sonidos puede producir un efecto acústico cercano al glisando.

Aun así, al menos desde un plano teórico, podemos desmenuzar las geometrías contenidas en estos tres temperamentos en función de los submúltiplos en los que se pueden descomponer.

Temperamento	Geometrías contenidas
TEMP24	2x TEMP12 3x TEMP8 4x TEMP6 6x TEMP4 8x TEMP3 12x TEMP2
TEMP36	2x TEMP18 3x TEMP12 4x TEMP9 6x TEMP6 9x TEMP4 12x TEMP3 18x TEMP2
TEMP48	2 x TEMP24 3 x TEP16 4x TEMP12 6x TEMP8 8x TEMP6 12x TEMP4 16x TEMP3 24x TEMP2

El **TEMP24** contiene dos dodecágonos, tres octógonos, cuatro hexágonos, seis cuadrados, ocho triángulos equiláteros y doce tritonos.

El **TEMP36** contiene dos polígonos de 18 vértices, tres dodecágonos, cuatro eneágonos, seis hexágonos, nueve cuadrados, doce triángulos equiláteros y dieciocho tritonos.

El **TEMP48** contiene dos polígonos de 24 vértices y tres de dieciséis, dos dodecágonos, seis octógonos, ocho hexágonos, doce cuadrados, dieciséis triángulos equiláteros y veinticuatro tritonos.

En los capítulos 5.7 y 5.8 ya anticipamos el estudio del **TEMP24**. Vimos cómo este temperamento se origina al intercalar un segundo dodecágono entre los doce sonidos del TEMP12.

Vimos también como los seis tritonos adicionales que incorpora el **TEMP24** pueden ser utilizados para desplazamientos del eje de simetría, o bien para formar parejas de complementarios de una manera alternativa.

El **TEMP24** contiene además las tres combinaciones posibles para la formación de octógonos a partir de cualquier sonido del TEMP12.

Octógono 1	**C** Db´ **Eb** E´ **Gb** G´ **A** Bb´
Octógono 2	**C#** D´ **E** F´ **G** Ab´ **Bb** B´
Octógono 3	**D** Eb´ **F** Gb´ **Ab** A´ **B** C´

En el **TEMP24** es posible igualmente la formación de cuatro hexátonas *(con sus respectivas triadas aumentadas)*. Las dos habituales del TEMP12 mas dos adicionales en los intervalos microtonales.

El **TEMP36** supone la duplicación del TEMP18 y la triplicación del TEMP12, por lo que los recursos de estos otros dos temperamentos se ven igualmente multiplicados.

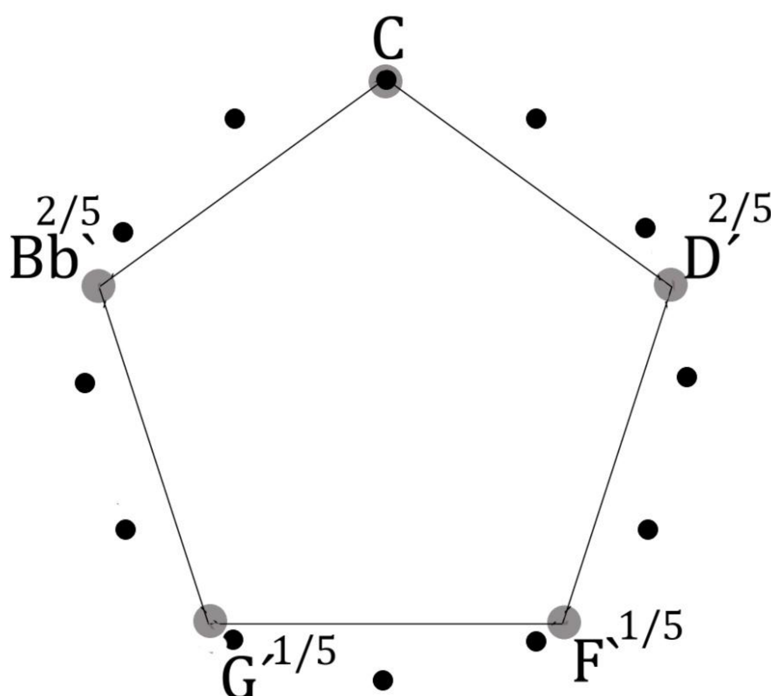
El **TEMP48** duplica al TEMP24, por lo que sus recursos se ven también duplicados.

7.7 TEMPERAMENTOS SIN PUNTOS DE APOYO SOBRE EL TEMP12

Los números que no contienen submúltiplos de doce dan lugar a la formación de temperamentos que no comparten sonidos en común con el TEMP12. Por eso tampoco comparten estructuras geométricas que tan familiares nos resultan *(tritonos, triadas aumentadas, tetradas disminuidas, etc..)*. Como consecuencia, la sonoridad al emplear estas estructuras puede crear un efecto *"más tenso aún"* en comparación con las estudiadas en capítulos anteriores.

Además, la ausencia de puntos de apoyo dificulta su práctica, ya que todos los sonidos se sitúan a distancias microtonales con respecto a las notas del TEMP12. Estos intervalos no van a poder ser expresados en mitades, tercios o cuartos de semitono, por lo que será necesario recurrir a otras fracciones diferentes.

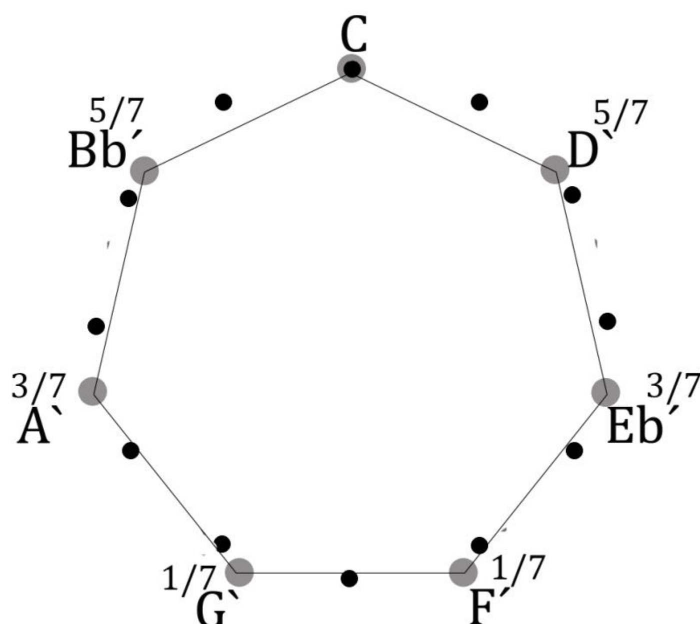
Responden a estas características TEMP5, TEMP7, TEMP11, TEMP13, etc.. Procedemos a ubicar las notas de los primeros temperamentos de la serie en cuestión.



TEMP5

$$\sqrt[5]{2}$$

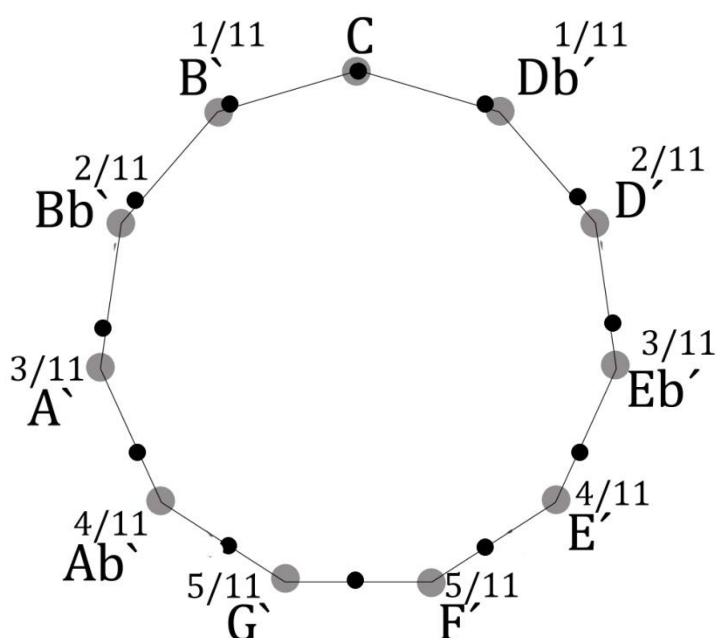
Distancia entre intervalos:
2,4 semitonos



TEMP7

$$\sqrt[7]{2}$$

Distancia entre intervalos:
1,71 semitonos



TEMP11

$$\sqrt[11]{2}$$

Distancia entre intervalos:
1,09 semitonos

Los múltiplos dos, tres y cuatro de estos temperamentos sí van a tener sonidos en común con el TEMP12.

Temperamento	x2	x3	x4
TEMP5	TEMP10	TEMP15	TEMP20
TEMP7	TEMP14	TEMP21	TEMP28
TEMP11	TEMP22	TEMP33	TEMP44
Sonidos en común con TEMP12	**C F#**	**C E G#**	**C Eb Gb A**

Estos temperamentos múltiplos incorporan en sus estructuras los elementos geométricos que definen los sonidos compartidos con el TEMP12. El TEMP10 por lo tanto permite trazar cinco tritonos, el TEMP15 cinco triadas aumentadas y el TEMP20 cinco tetradas disminuidas.

7.8 CIFRADO INTERVÁLICO DE LOS DIFERENTES TEMPERAMENTOS ESTUDIADOS

A lo largo de esta séptima parte hemos analizado las posibilidades microtonales que nos ofrece el temperamento igual al emplear diferentes índices en la raíz de dos, ya que esta fórmula define el número de partes proporcionalmente iguales en las que podemos dividir el intervalo de octava. Lo hemos hecho estableciendo en todo momento relaciones con el TEMP12, por ser este el que manejamos con verdadera soltura.

Para el cifrado de los intervalos microtonales utilizamos el uso de fracciones de semitono, ya que es el modo más indicado para establecer aproximaciones con los sonidos del TEMP12.

Hemos visto cómo siendo capaces de situar en un instrumento mitades, tercios y cuartos de semitono es posible manejar y combinar los temperamentos TEMP8, TEMP16, TEMP9, TEMP18, TEMP24, TEMP36 y TEMP48.

Hemos podido comprobar también cómo los números que no contienen múltiplos de 12 no comparten sonidos con el TEMP12, por lo que su acceso resulta más complejo.

Todos los ejemplos se han desarrollado tomando como fuente la nota **C**, pero en realidad es posible acceder a los diferentes temperamentos desde cualquier nota. Con este propósito despejamos en el siguiente cuadro el cifrado interválico de los temperamentos estudiados, para facilitar su manejo y estudio desde otros sonidos.

Temperamento	Intervalos
TEMP2	1 #4
TEMP3	1 3 #5
TEMP4	1 b3 b5 6
TEMP5	1 2´$_{2/5}$ 4`$_{1/5}$ 5´$_{1/5}$ b7`$_{2/5}$
TEMP6	1 2 3 #4 #5 b7
TEMP7	1 2`$_{5/7}$ b3´$_{3/7}$ 4´$_{1/7}$ 5`$_{1/7}$ 6`$_{3/7}$ b7´$_{5/7}$
TEMP8	1 b2´$_{1/2}$ b3 3´$_{1/2}$ b5 5´$_{1/2}$ 6 b7´$_{1/2}$
TEMP9	1 b2´$_{1/3}$ b3`$_{1/3}$ 3 4´$_{1/3}$ 5`$_{1/3}$ #5 6´$_{1/3}$ 7`$_{1/3}$
TEMP10	1 b2´$_{1/5}$ 2´$_{2/5}$ b3´$_{3/5}$ 4`$_{1/5}$ #4 5´$_{1/5}$ 6`$_{3/5}$ b7`$_{2/5}$ 7`$_{1/5}$
TEMP11	1 b2´$_{1/11}$ 2´$_{2/11}$ b3´$_{3/11}$ 3´$_{4/11}$ 4´$_{5/11}$ 5`$_{5/11}$ b6`$_{4/11}$ 6`$_{3/11}$ b7`$_{2/11}$ 7`$_{1/11}$
TEMP12	1 b2 2 b3 3 4 #4 5 b6 6 b7 7
TEMP16	1 b2`$_{1/4}$ b2´$_{1/2}$ 2´$_{1/4}$ b3 3`$_{1/4}$ 3´$_{1/2}$ 4´$_{1/4}$ b5 5`$_{1/4}$ 5´$_{1/2}$ b6`$_{1/4}$ 6 b7`$_{1/4}$ b7´$_{1/2}$ 7´$_{1/4}$
TEMP18	1 b2`$_{1/3}$ b2´$_{1/3}$ 2 b3`$_{1/3}$ b3´$_{1/3}$ 3 4`$_{1/3}$ 4´$_{1/3}$ #4 5`$_{1/3}$ 5´$_{1/3}$ #5 6`$_{1/3}$ 6´$_{1/3}$ b7 7`$_{1/3}$ 7´$_{1/3}$
TEMP24	TEMP12 + mitades de semitono
TEMP36	TEMP12 + tercios de semitono
TEMP48	TEMP12 + cuartos de semitono

7.9 ESTRUCTURA RÍTMICA DEL TEMPERAMENTO IGUAL

Si bien la alteración del índice de la raíz define el número de intervalos proporcionalmente iguales entre sí que vamos a obtener, el **radicando 2** que referencia la octava también puede adquirir otros valores.



En la ecuación el radicando dos representa la proporción del intervalo de octava *(ya que este se obtiene al multiplicar por dos la frecuencia fundamental*) y el índice de la raíz representa el número de notas en los que se desea dividir el intervalo de octava.

El valor del radicando es una clara expresión de la serie armónica ya que el intervalo de octava se corresponde con el segundo armónico. Por lo tanto, la alteración de este valor conduciría a la división en intervalos proporcionalmente iguales del armónico definido por este número.

Por ejemplo, la raíz cuadrada de tres podría ser empleada para obtener un intervalo proporcionalmente igual a medio camino entre una nota y su intervalo de quinta en el registro de la segunda octava *(puesto que es este el intervalo correspondiente al tercer armónico)*.

$$\sqrt[2]{3}$$

Si multiplicamos dos veces consecutivas la frecuencia de **C** por la raíz cuadrada de tres obtendremos primeramente el valor del intervalo intermedio y en segundo lugar el valor de **G´** (su tercer armónico).

$$\mathrm{C}\ \mathrm{x}\ \sqrt[2]{3} = ?$$

$$?\ \mathrm{x}\ \sqrt[2]{3} = \mathrm{G}'$$

En la página 83 *(donde establecíamos la proporcionalidad de las doce frecuencias del TEMP12*), empleábamos diferentes potencias sobre el radicando dos para especificar el número de octava a dividir en x partes proporcionalmente iguales.

$$\sqrt[x\ partes\ iguales]{2^{\boldsymbol{n}^{\text{o}}\ \textbf{de octava}}}$$

Como ya sabemos, las diferentes octavas siguen una secuencia exponencial en la serie armónica. Esa es la razón por la que las potencias de dos pueden expresar el número de octava.

Octava = **2**

2ª Octava = $\mathbf{2^2}$= 4

3ª Octava = $\mathbf{2^3}$= 8

4ª Octava = $\mathbf{2^4}$= 16

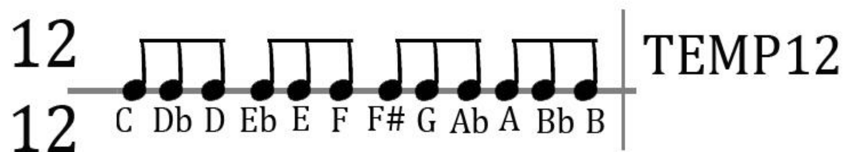
5ª Octava = $\mathbf{2^5}$= 32

Utilizábamos este recurso para definir la proporcionalidad de los intervalos del TEMP12 que no podían ser expresados de una manera más sencilla al dividir el radicando doce de la raíz entre el número de semitonos que separan cada intervalo de la tónica.

Intervalo	$\sqrt[\frac{12}{semitonos}]{2}$	Proporción
b2	$\sqrt[12/1]{2}$	$\sqrt[12]{2}$
2	$\sqrt[12/2]{2}$	$\sqrt[6]{2}$
b3	$\sqrt[12/3]{2}$	$\sqrt[4]{2}$
3/b4	$\sqrt[12/4]{2}$	$\sqrt[3]{2}$
4	$\sqrt[12/5]{2}$	$\sqrt[12]{2^5}$
#4/b5	$\sqrt[12/6]{2}$	$\sqrt[2]{2}$
5	$\sqrt[12/7]{2}$	$\sqrt[12]{2^7}$
#5/b6	$\sqrt[12/8]{2} = \sqrt[3/2]{2}$	$\sqrt[3]{2^2}$
6/bb7	$\sqrt[12/9]{2} = \sqrt[4/3]{2}$	$\sqrt[4]{2^3}$
b7	$\sqrt[12/10]{2} = \sqrt[6/5]{2}$	$\sqrt[6]{2^5}$
7	$\sqrt[12/11]{2}$	$\sqrt[12]{2^{11}}$
8	$\sqrt[12/12]{2}$	**2**

Todo esto puede resultar más fácil de visualizar si establecemos un paralelismo entre la estructura del temperamento igual y el ritmo.

Imaginemos que los doce sonidos del TEMP12 se corresponden con las doce corcheas de un compás de 12/12.



La distancia interválica entre la tónica y las demás notas puede medirse por el número de corcheas *(o semitonos)* que las separan, de manera que cada intervalo podríamos equipararlo a una figura rítmica.

Notas	Corcheas o semitonos desde la fundamental	Figura rítmica
Db	1	Corchea
D	2	Negra
Eb	3	Negra con puntillo
E	4	Blanca
F	5	Blanca ligada a corchea
F#	6	Blanca con puntillo
G	7	Blanca con doble puntillo
Ab	8	Redonda
A	9	Redonda ligada a corchea
Bb	10	Redonda ligada a negra
B	11	Redonda ligada a negra con puntillo
C´	12	Redonda con puntillo

Las figuras que contienen un número de corcheas submúltiplo de doce son la negra *(2 corcheas)*, la negra con puntillo *(3 corcheas*), la blanca *(4 corcheas)* y la blanca con puntillo *(6 corcheas)*. Además de las corcheas, son estas las figuras que pueden dividir el compás en partes iguales, lo que nos va a conducir a los sonidos del TEMP6 ($\sqrt[6]{2}$), TEMP4 ($\sqrt[4]{2}$), TEMP3 ($\sqrt[3]{2}$) y TEMP2 ($\sqrt[2]{2}$) (respectivamente).

12
12
C D E F# Ab Bb
TEMP6
$\sqrt[6]{2}$

12
12
C Eb F# A
TEMP4
$\sqrt[4]{2}$

12
12
C E Ab
TEMP3
$\sqrt[3]{2}$

12
12
C F#
TEMP2
$\sqrt[2]{2}$

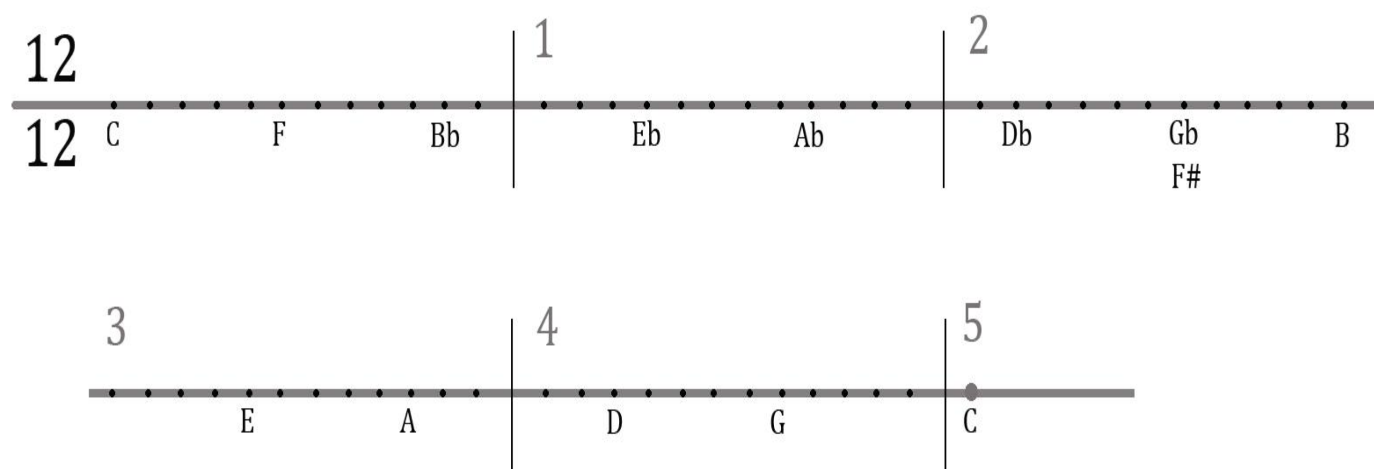
Esto no es posible con las demás figuras, por lo que una serie de cuartas, quintas, sextas o séptimas debe desarrollarse en el rango de varias octavas *(o compases en la comparativa rítmica)*, para poder alcanzar de nuevo la nota inicial.

Serie de cuartas

$$\sqrt[12]{2^5}$$

Doce intervalos

Cinco octavas de recorrido

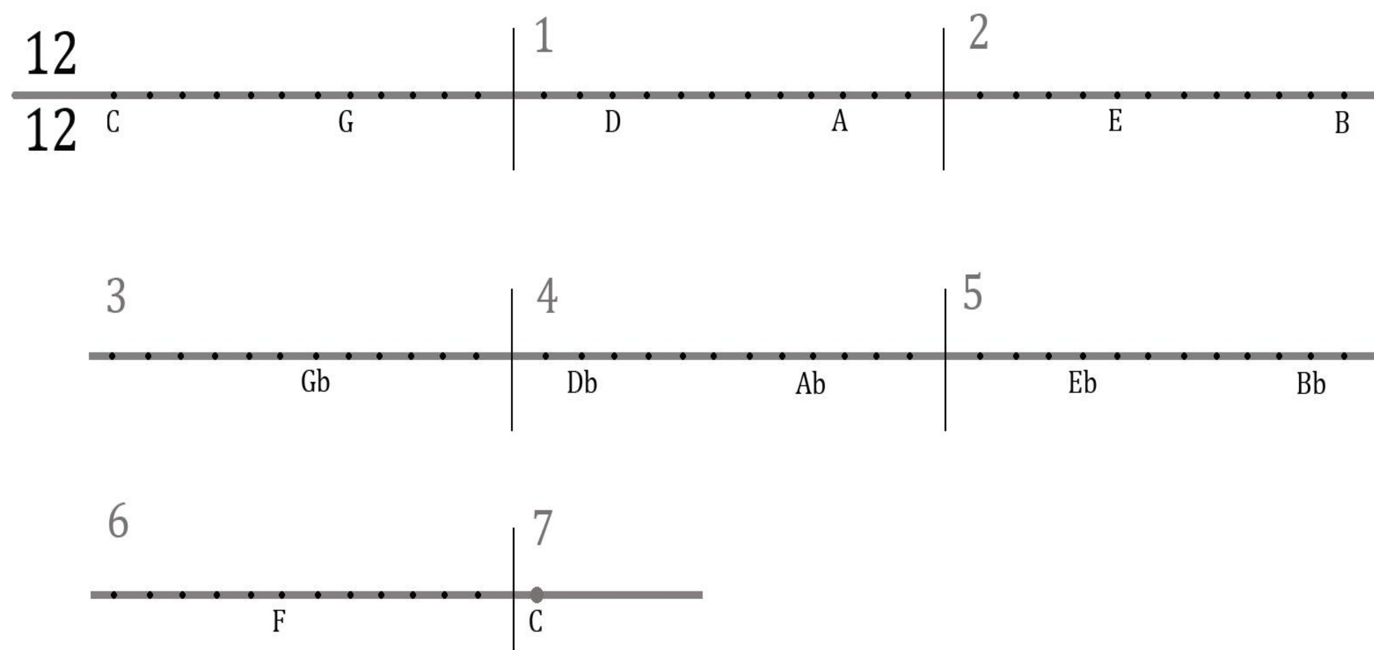


Serie de quintas

$$\sqrt[12]{2^7}$$

Doce intervalos

Siete octavas de recorrido

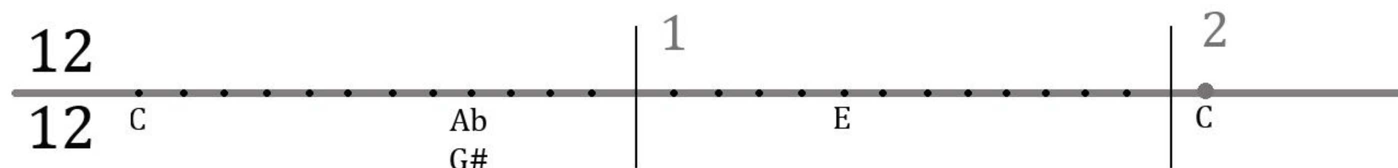


Serie de sextas menores (o quintas aumentadas)

$$\sqrt[3]{2^2}$$

Tres intervalos

Dos octavas de recorrido

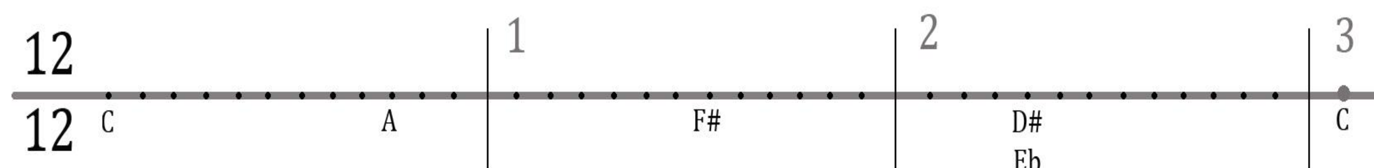


Serie de sextas mayores

$$\sqrt[4]{2^3}$$

Cuatro intervalos

Tres octavas de recorrido

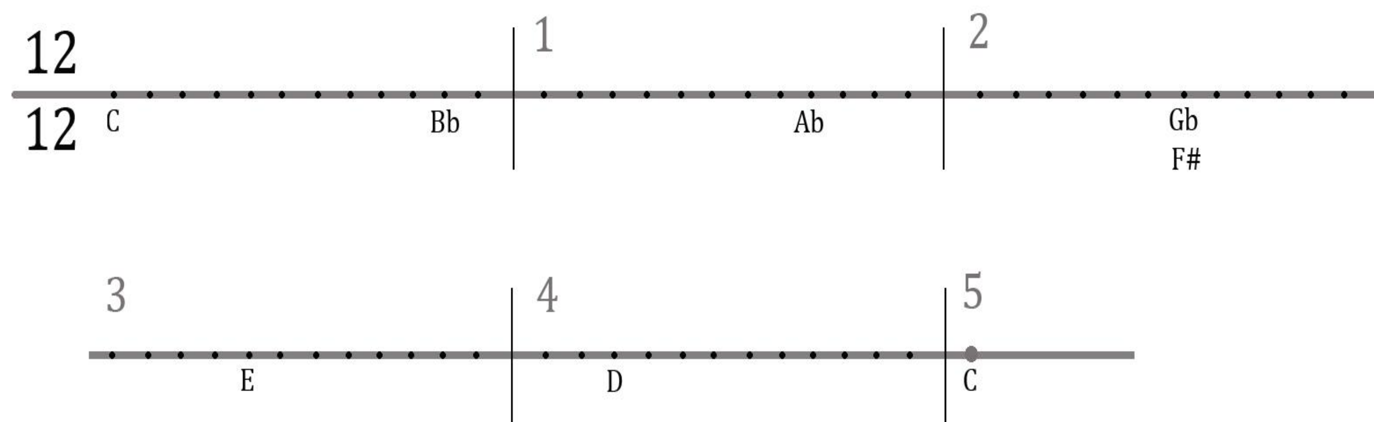


Serie de séptimas menores

$$\sqrt[6]{2^5}$$

Seis intervalos

Cinco octavas de recorrido

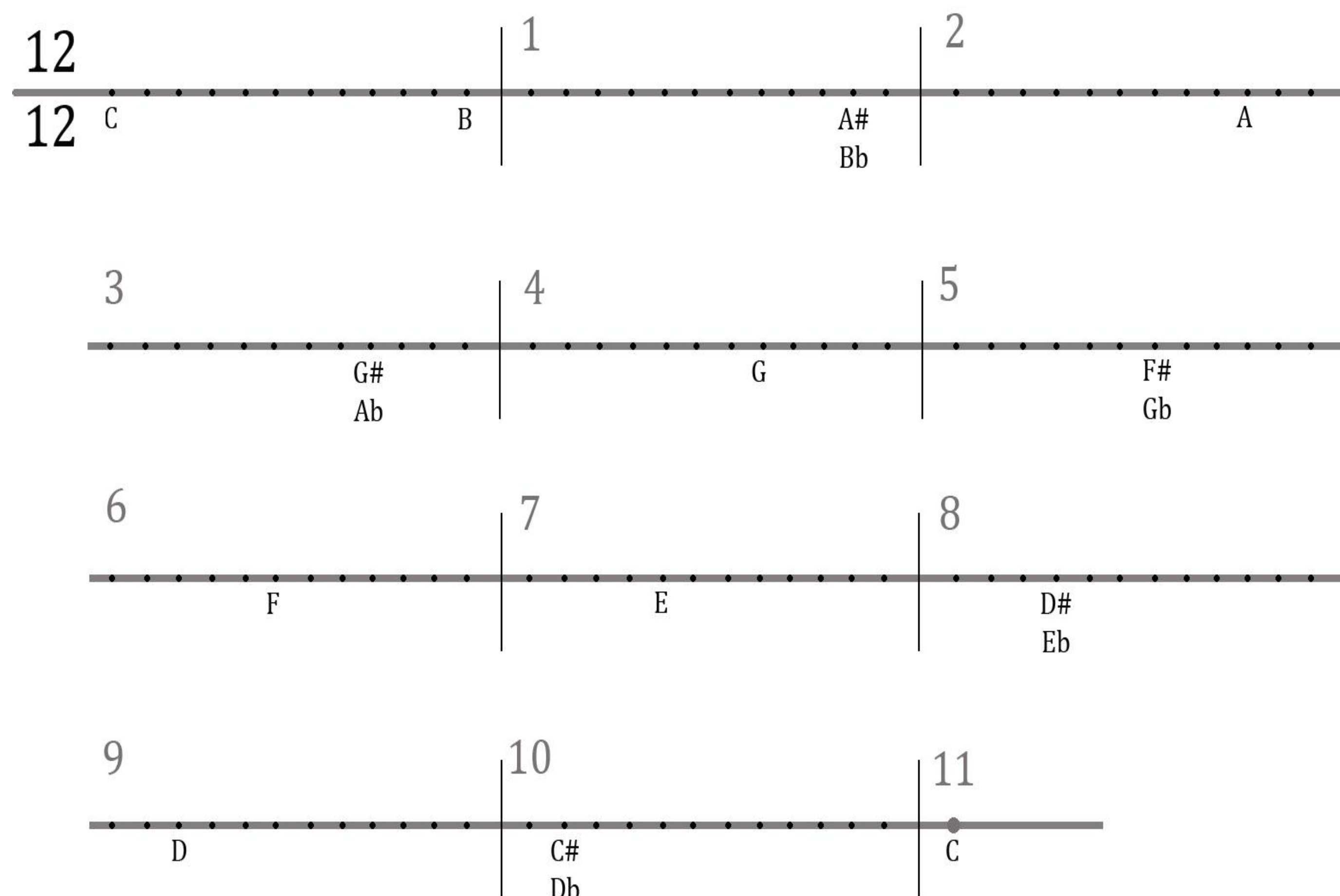


Serie de séptimas mayores

$$\sqrt[12]{2^{11}}$$

Doce intervalos

Once octavas de recorrido

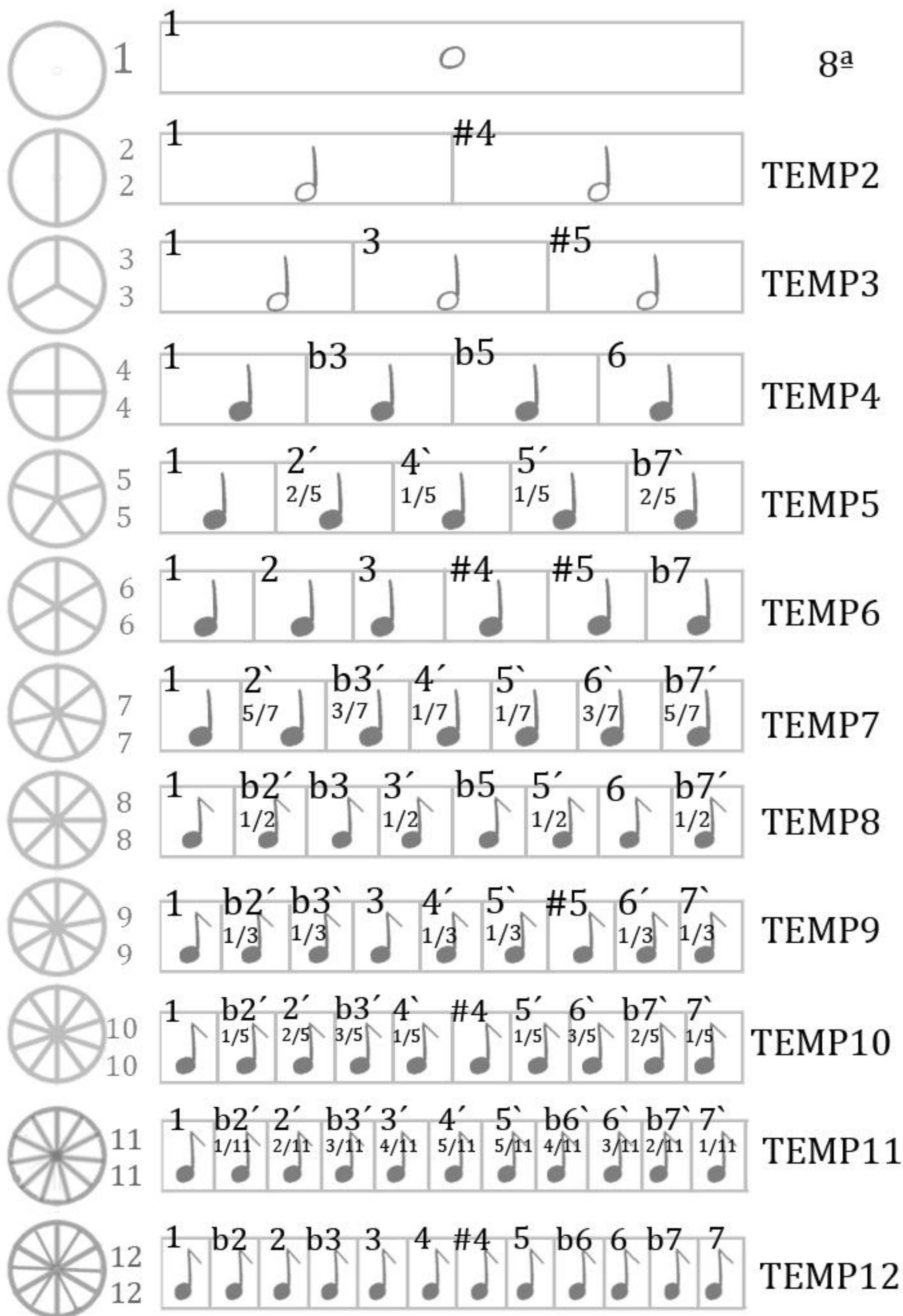


En todos los casos, el rango entero queda así dividido en partes proporcionalmente iguales definidas por cada intervalo del TEMP12.

Pero la estructura rítmica del temperamento igual no se reduce únicamente a los sonidos propios del TEMP12. Define su naturaleza al completo, incluida toda la geometría microtonal que hemos estudiado a lo largo de esta séptima parte.

Hemos hecho alusión reiteradamente a los puntos de apoyo del TEMP12 que es posible utilizar en los temperamentos que comparten alguno de sus submúltiplos. Los sonidos en común se dan entre temperamentos que comparten elementos geométricos, no sucede únicamente con el TEMP12.

En el capítulo 7.1 ya establecimos relación directa entre los diferentes sonidos del temperamento igual y la rueda del ritmicón. Ahora que hemos establecido un cifrado para los intervalos temperados microtonales es posible su ubicación en forma de figuras rítmicas a partir de la serie armónica de una redonda equiparando su duración con el intervalo de una octava. De este modo podemos visualizar las notas en común que comparten los diferentes temperamentos.


1
1
8ª
2
2
1 #4
TEMP2
3
3
1 3 #5
TEMP3
4
4
1 b3 b5 6
TEMP4
5
5
1 2´ 4` 5´ b7`
2/5 1/5 1/5 2/5
TEMP5
6
6
1 2 3 #4 #5 b7
TEMP6
7
7
1 2` b3´ 4´ 5` 6` b7´
5/7 3/7 1/7 1/7 3/7 5/7
TEMP7
8
8
1 b2´ b3 3´ b5 5´ 6 b7´
1/2 1/2 1/2 1/2
TEMP8
9
9
1 b2´ b3` 3 4´ 5` #5 6´ 7`
1/3 1/3 1/3 1/3 1/3 1/3
TEMP9
10
10
1 b2´ 2´ b3´ 4` #4 5´ 6` b7` 7`
1/5 2/5 3/5 1/5 1/5 3/5 2/5 1/5
TEMP10
11
11
1 b2´ 2´ b3´ 3´ 4´ 5` b6` 6` b7` 7`
1/11 2/11 3/11 4/11 5/11 5/11 4/11 3/11 2/11 1/11
TEMP11
12
12
1 b2 2 b3 3 4 #4 5 b6 6 b7 7
TEMP12

Es importante comprender que en este caso la figuración representa la ubicación de los sonidos en los diferentes temperamentos. Es un procedimiento diferente al que realizamos en la sexta parte al equiparar las vibraciones de la serie armónica con figuras rítmicas.

Aunque manejamos conceptos distintos, la geometría sí que es común para los tres casos *(ritmo, serie armónica y estructura de los intervalos temperados)*.

CONTEXTUALIZACIÓN HISTÓRICA

0. ¿Qué es la historia ?

1. Prehistoria.

2. Edad Antigua.

3. Edad Media.

4. Edad Moderna.

5. Edad Contemporánea.

6. Panorama actual

0. ¿QUÉ ES LA HISTORIA?

Mi idea inicial era incluir una breve contextualización a modo de introducción al comienzo de este libro, pero la cosa se me fue por completo de las manos y finalmente dediqué muchísimas horas apasionadas de lecturas y pesquisas para la redacción de estas páginas. La motivación de todo este trabajo vino impulsada por el inconformismo y la necesidad de comprender aspectos históricos vinculados a conceptos fundamentales de la armonía musical. Creo que muy a menudo se tratan estas cuestiones de manera demasiado superficial y con escaso rigor.

Por poner un ejemplo, es bastante común atribuir al propio Pitágoras la invención de la afinación Pitagórica. Visualizamos la imagen de un sabio con barba blanca y pelo largo inventando la escala diatónica en un laboratorio. Pero al hacerlo pasamos por alto que nos estamos refiriendo a una figura mítica, podría incluso decirse que religiosa. Hablamos de un personaje del siglo VI a.C. que no escribió nada en vida, del que tenemos noticia por los escritos de sus seguidores redactados más de un siglo después de su muerte basados en la recopilación de una tradición oral. Es más, pasamos por alto también que actualmente hay constancia documental de la existencia de este mismo sistema de afinación tanto en Mesopotamia como en China con mucha anterioridad al nacimiento de Pitágoras *(hasta 1500 años en el caso de Mesopotamia).*

La Ruta de la Seda fue durante siglos médula espinal de las culturas euroasiáticas y africanas, permitiendo el intercambio y la circulación de mercancías, conocimientos y creencias. Parto de la visión que hermana la tradición occidental con las culturas de Oriente, África y América, pero mi argumentación está condicionada por la herencia cultural que he recibido como ciudadano occidental de mi tiempo.

Recientemente ha caído en mis manos el volumen del historiador Eduard H. Carr *"¿Qué es la historia?"*. En este trabajo, el autor recopila sus propias reflexiones, y también las de diversos antecesores suyos, a propósito de la cuestión que da título al libro. Es fruto de una serie de conferencias realizadas durante la década de los cincuenta, en las que plantea una visión filosófica del fenómeno historicista. Carr define la historia a partir de la interpretación que el historiador realiza sobre los hechos históricos. Pero el historiador decide cuáles son los hechos relevantes en función de la tesis que pretende demostrar, de manera que se realiza una filtración sobre todo lo verdaderamente acaecido, que resulta a todas luces completamente inabarcable.

Secundando las palabras de Benedetto Croce, argumenta que *"toda historia es historia contemporánea"*, considerando que la historia consiste en ver el pasado con los ojos del presente. En palabras de Colling-Wood *"..el pasado que estudia el historiador no es un pasado muerto, sino en cierto modo un pasado que vive aún en el presente"*. Recoge también el pensamiento del norteamericano Carl Becker, quien afirma que *"los hechos de la historia no existen para ningún historiador hasta que él los crea".* E.H.Carr sostiene que el trabajo del historiador no consiste en recopilar los datos, sino en llevar a cabo una valoración de los mismos.

De manera que ante la pregunta ¿qué es la historia?, Carr plantea que.. *"la respuesta refleja nuestra posición en el tiempo, y forma parte de nuestra respuesta a la pregunta, más amplia, de qué idea hemos de formarnos de la sociedad en la que vivimos".*

Puede que los hechos históricos constituyan una prueba objetiva para sostener un argumento histórico, pero no se puede considerar totalmente objetiva la selección realizada a la hora de determinar cuáles son los datos más relevantes, ni tampoco la interpretación de los mismos. A diario vemos cómo las agencias informativas manejan y manipulan los datos de lo que está sucediendo a tiempo real para defender las ideas y los postulados de su línea editorial. Si ya resulta complejo saber lo que ha sucedido en la última semana, ¿cómo no lo va a ser más aún a la hora de estudiar tiempos pasados más remotos? Al igual que existen en periodismo líneas editoriales enfrentadas, también hay corrientes historicistas opuestas, que seleccionan e interpretan los datos históricos a favor de los argumentos que pretenden defender.

Si bien es cierto que esta contextualización ahonda más de lo estrictamente necesario en detalles políticos, científicos, culturales y filosóficos, el verdadero motivo es que yo mismo he necesitado hacerlo así para tratar de entender lo mejor posible la esencia de cada periodo. Incluso me planteé filtrar y eliminar toda la información que no estuviera directamente relacionada con la teoría musical, o al menos con la música.

Finalmente, tras múltiples revisiones y correcciones me ha parecido mejor dejarlo más o menos como lo terminé.

1. PREHISTORIA

Desde los orígenes el ser humano indaga en los misterios del sonido siendo esta búsqueda parte esencial de la propia condición humana. Nuestro oído es un elemento fundamental en la percepción del mundo que nos rodea y es un sentido esencial para la supervivencia en el medio salvaje.

La expresión a través del sonido no es una manifestación exclusiva del humano. También los animales emiten sonidos para alertar del peligro, amenazar a sus atacantes, en el cortejo, para expresar dolor, alegría o pena, incluso a veces con propósitos desconocidos según nuestro entendimiento. Como especimen del reino animal esta naturaleza no nos es ajena en absoluto y no solo somos capaces de empatizar con otras especies, sino que además también reproducimos este tipo de comportamientos.

La palabra, soporte fundamental de la transmisión cultural, tiene lugar de manera primigenia en el medio acústico. Pero cuando hablamos, más allá de la semántica expresamos muchas otras cosas con nuestros gestos y con nuestra manera de modular la voz. El balbuceo de un bebé es una primitiva forma de expresión que surge con anterioridad a la palabra.

Cuando la expresión sonora se realiza con una cierta intencionalidad estética utilizamos el término “música”. El fundamento básico de la música es su capacidad de provocar emociones. A través del control del sonido podemos expresar sentimientos y ejercer influencia sobre las sensaciones y el comportamiento del oyente.

Por el simple hecho de formar parte de nuestra propia naturaleza, es la voz el primer instrumento melódico. De igual manera, la danza y la expresión corporal son inherentes a las posibilidades del cuerpo humano. Se podría incluso decir que estamos diseñados para cantar y bailar.

Otro rasgo clave que define nuestra naturaleza más básica es la habilidad de nuestras manos para manipular objetos. La habilidad manual es una cualidad que define una parte importante de la inteligencia humana y explica el desarrollo tecnológico de las sociedades. Cuando esta capacidad es utilizada para hacer música con objetos surgen los instrumentos.

Según recientes estudios paleontológicos hay constancia de la existencia de homínidos en el continente africano hace unos cinco millones de años. Se estima que la llegada del "Homo Habilis" se produce hace unos dos millones de años.

La teoría más extendida acerca del origen del “Homo Sapiens” apunta al continente africano 200.000 años atrás. Desde aquí se habría expandido por Eurasia en convivencia con el “Homo Neardenthalensis”. Posteriormente alcanzaría también el continente americano y Oceanía. Pero hay también otras teorías que sugieren que el Homo Sapiens hubiera podido aparecer en algún lugar de Eurasia o en diferentes partes del mundo simultáneamente.

El estudio antropológico de la prehistoria es una ciencia bastante reciente. Con anterioridad al s. XIX no existe una consciencia certera con respecto a los orígenes de la humanidad. Las teorías de Darwing impulsan una nueva corriente investigadora que busca respuestas a través de la antropología. El hallazgo de las pinturas rupestres de Altamira y posteriormente las de Borgoña rompen con la idea del humano prehistórico carente de inteligencia y sensibilidad artística.

Las conclusiones antropológicas acerca de la evolución musical se basan fundamentalmente en los objetos encontrados que pudieron haber sido utilizados con fines musicales, en las pinturas rupestres que recrean escenas donde la música adquiere protagonismo, y en la música tribal de las regiones del planeta que aun en el siglo XX conservaban un modo de vida ancestral. Hay evidencias de actividad musical en las culturas prehistóricas a lo largo y ancho del globo. El desarrollo tecnológico y los instrumentos musicales han crecido a la par en las sociedades desde los más remotos orígenes.

Los idiófonos son probablemente los primeros instrumentos de uso manual. Parece lógico que el estudio de las propiedades acústicas de los objetos comenzara con la percusión. Desde troncos de madera, conchas, hasta huesos e incluso estalactitas. Prácticamente cualquier objeto es susceptible de ser utilizado con fines percusivos sin necesidad de una manufacturación exclusiva para tal fin. Para la elaboración de tambores y otros membranófonos se requiere de una cierta técnica en el manejo de pieles y cuerdas, por lo que este tipo de instrumentos aparecerían con bastante posterioridad.

El sonido que produce en ocasiones el viento de manera natural en el bambú o en una caracola pudo despertar la curiosidad sobre la posibilidad de emitir sonidos soplando en estos objetos. Este fenómeno daría lugar a la aparición de los primeros aerófonos. Se han encontrado flautas de hueso datadas en torno a los 35.000 años de antigüedad.

El descubrimiento de la cuerda vegetal o de tripa como herramienta para la caza probablemente da lugar a los primeros cordófonos. Cuando atamos una piedra a una cuerda y la hacemos girar en el aire podemos incluso hacer melodías con los armónicos naturales de la cuerda según la velocidad a la que la hacemos girar. Instrumentos de este tipo son utilizados por los aborígenes australianos. Así mismo, la invención del arco y las flechas podría haber servido como inspiración para la fabricación de instrumentos de cuerda percutida del estilo del berimbao brasileño.

En un mundo mágico donde las fuerzas de la naturaleza se entienden a través de leyendas y divinidades, la música es un poder sobrenatural y juega un papel fundamental en los rituales de la comunidad. Se desarrolla intuitivamente y todo el mundo puede participar cantando, bailando o tocando algún instrumento. En ocasiones puede conducir a un estado de trance en el que aflora una realidad paralela donde los espíritus se manifiestan y adquieren forma.

2. EDAD ANTIGUA

Hace unos 12.000 años tras la última glaciación, el cambio climático habría propiciado las condiciones ideales para el comienzo de la agricultura. Este fenómeno daría lugar a las primeras sociedades sedentarias y posteriormente a la aparición de las grandes civilizaciones de la antigüedad en torno a la vega de los grandes ríos.

Estas primeras sociedades emergentes coinciden en un significativo desarrollo de la matemática, la astronomía y la música. La curiosidad por conocer la naturaleza de las cosas despierta el interés por la observación y la filosofía. La matemática es utilizada como herramienta para numerar y medir casi cualquier cosa. Cuantificando el paso del tiempo se elaboran calendarios muy precisos capaces de ubicar solsticios, equinoccios, fases lunares y movimientos planetarios. Conocer los ciclos de la vida es una ancestral cuestión de supervivencia para la caza y la recolección, pero más allá de las razones prácticas surge la inquietud por comprender los ritmos que mueven a los astros en el firmamento.

El desarrollo tecnológico y cultural que tiene lugar durante los tres primeros milenios antes de Cristo construye los cimientos básicos sobre los que se sostiene la sociedad en la actualidad. De las civilizaciones surgidas junto a los ríos Tigris, Eufrates, Nilo, Indo y Amarillo se nutren posteriormente las diversas culturas de Asia, Europa, y África. Paralelamente en el continente americano se desarrollan las culturas que darán lugar a las civilizaciones de la América precolombina.

El estudio del sonido desde la perspectiva de la física y la matemática juega un papel fundamental en la evolución de la música. Sus fundamentos despiertan gran interés en los pensadores de todos los tiempos.

La escala a partir de las proporciones básicas de la serie armónica es estudiada en la antigüedad. Según una antigua leyenda China, el emperador "*Huang-Ti*" encarga al filósofo *"Ling-Lu"* el cometido de estudiar la relación existente entre la música y las leyes que rigen el universo. Soplando en tubos de bambú de diferentes medidas *"Ling-Lu"* observa la proporcionalidad 1/2 del armónico de octava y la proporción 1/3 del armónico de quinta.

Cortando tubos basándose en estas proporciones desarrolla la escala pentatónica utilizando las cinco primeras notas del círculo de quintas. Según esta leyenda este sería el origen del modelo musical en China.

China es una de las civilizaciones conocidas más antiguas. Aparece en la vega del rio Amarillo y su historia se prolonga de forma ininterrumpida hasta la actualidad expandiéndose por gran parte del Asia Oriental con influencias centroasiáticas e indias. Documentos con 3500 años de antigüedad atestiguan la sucesión de dinastías, que según la tradición oral recopilada se prolongaría desde hace 5000 o 6000 años (aunque se enmarcan las primeras dinastías dentro del ámbito mitológico, por lo que no queda demostrada la existencia real de estos personajes.)

El reinado mitológico de "Huang-Ti" (El Emperador Amarillo) según la tradición oral se situaría desde el 2698 hasta el 2598 a.C. durante un periodo de 100 años. Se cree que la figura de "Huang-Ti" podría haber sido reinterpretada durante la dinastía Zhou (s.XI-III a.C.) siendo en origen un antiguo dios de la guerra nacido de una mujer y un rayo. Posteriormente será considerado como uno de los inmortales del taoísmo.

El desarrollo musical en China está ampliamente documentado durante esta misma dinastía (Zhou). Aunque igualmente está demostrada la importancia que tiene la música imperial en la dinastía anterior (Shang s. XVI-XI a.C.) y el uso de cítaras, crótalos, ocarinas de bambú, órganos de boca y otros instrumentos musicales durante este periodo. Con el órgano de boca es posible crear acordes y se considera este instrumento (el "sheng") como pionero en el uso de la polifonia.

La cultura occidental atribuye el descubrimiento de "Ling Lu" a los filósofos pitagóricos (siglo VI a.C.) que posicionan los intervalos musicales en un monocordio a partir de las mismas proporciones. Las siete primeras notas del círculo de quintas dan lugar a la escala diatónica.

La fuerte influencia que ejercen los textos griegos en la Europa cristiana durante la Edad Media afianzan la idea en Occidente de que son los músicos pitagóricos los fundadores de los principios básicos de la armonía musical. Pero las escalas y modos derivados del modelo diatónico aparecen también en la música persa e hindú y en las últimas décadas se han encontrado documentos que prueban que ya se conocían con anterioridad también en Egipto y Mesopotamia.

El descubrimiento del documento UET7,74 en los años sesenta genera en su tiempo gran controversia. Sin embargo hoy en día es considerado como prueba documental del diatonismo en Mesopotamia 1500 años antes de Pitágoras.

Esta tablilla cuneiforme del segundo milenio antes de Cristo encontrada en la ciudad de Ur contiene información muy relevante para comprender el sistema tonal mesopotámico. Detalla el modo en el que un arpa de nueve cuerdas puede ser afinada en distintas escalas diatónicas basándose en un círculo de quintas descendentes/cuartas ascendentes.

La terminología empleada en esta tabla matemática aparece también en textos de Babilonia, Asiria o la ciudad de Ugarit, lo que prueba la existencia de un sistema teórico-musical consolidado en todo Oriente Medio desde principios del segundo milenio a.C. Este mismo sistema de afinación es descrito en otra tablilla del primer milenio a.C con una estrella de siete puntas que representa el círculo de quintas-cuartas.

Entre las diferentes conclusiones extraídas en el estudio de estos y otros documentos encontrados en Oriente Medio es deducible que el uso y manejo de semitonos y de otros sistemas heptatónicos fueran también empleados en la música mesopotámica.

Hay pocos datos acerca de la música en la antigüedad, pues su conocimiento se aprendía fundamentalmente por transmisión oral y las anotaciones conservadas son escasas. Las recreaciones actuales se basan sobretodo en la reconstrucción de instrumentos a partir de grabados y restos encontrados. Una dificultad añadida en la conservación de los instrumentos antiguos y prehistóricos originales es la degradación y desintegración de los materiales de origen vegetal o animal que no son lo suficientemente resistentes al paso del tiempo.

En Mesopotamia y Egipto existió una amplia variedad de instrumentos de percusión, viento y cuerda, prueba de que existió un importante desarrollo en la música instrumental. Los grabados demuestran que la práctica musical era habitual entre las mujeres en los templos egipcios. Aunque no exista apenas constancia documental de su modelo musical, debieron de haber estudiado también el comportamiento del sonido en cuerdas y tubos para la construcción y afinación de sus instrumentos. Laúdes de dos y tres cuerdas eran de uso común entorno al siglo XVI a.C. (pero este instrumento aparece en Mesopotamia con varios

siglos de anterioridad). Arpas de hasta 16 cuerdas eran ejecutadas con ambas manos para el acompañamiento de coros y flautas y las representaciones de agrupaciones con variedad de músicos son numerosas. Existen indicios del uso de la polifonía en las posibilidades de sus instrumentos. Las gaitillas, oboes y chirimías dobles permiten el acompañamiento con una nota bordón, pero la evolución de esta técnica hace posible tocar dos melodías simultáneas a un solo instrumentista. Posteriormente en Grecia, el aulos doble es un instrumento muy utilizado. El estudio de los grabados y los restos encontrados señalan el uso polifónico de este instrumento.

La percepción del mundo antiguo en Occidente ha ido evolucionando a lo largo de los siglos. Si bien durante la Edad Media y la Edad Moderna existen referencias del antiguo Egipto, Europa identifica sus orígenes en la antigüedad greco-romana. La incursión napoleónica en Egipto a comienzos del s.XIX da lugar al comienzo de la egiptología como ciencia. *"Description de l´Egypte"* sintetiza en sus nueve volúmenes de texto y once planchas de gran formato los resultados de la expedición encargada de los estudios arqueológicos. D. Vivant Denon (quien será director general del museo del Louvre) detalla en su libro *"Con Napoleón en Egipto"* los detalles de la expedición.

Estos trabajos desatan en Europa el interés por la materia, pero también una fiebre enfermiza por la posesión de obras de arte antiguo, lo que se traduce en un expolio masivo del patrimonio cultural, tanto en Egipto como en Grecia, Anatolia y posteriormente Oriente Medio. Las colecciones del Louvre en París y del British Museum en Londres acumulan gran parte de este patrimonio.

Guillaume André Villoteau forma también parte de la expedición napoleónica en Egipto. Sus anotaciones acerca de las escenas musicales que decoran las ruinas de los monumentos faraónicos hacen que hoy en día sea considerado como uno de los principales pioneros de la arqueología musical, ciencia que en su momento hace retroceder en 3000 años los orígenes de la música.

Las excavaciones en Oriente Medio se producen con posterioridad, ampliando la panorámica histórica de los tres primeros milenios antes de Cristo en Mesopotamia. El redescubrimiento a mediados del XIX de los relieves en los palacios asirios de Nínive, Kalknu o Dur Sharrukin muestran grupos numerosos de músicos tallados en la primera mitad del primer milenio a.C.

Pero las excavaciones realizadas a partir de los años 20 del s. XX en la ciudad de Ur desvelan un inequívoco desarrollo musical en Mesopotamia en torno al 2500 a.C. Lujosos instrumentos de cuerda, viento y percusión son encontrados entre el mobiliario precioso de un cementerio real en el cual un gran número de servidores ricamente ataviados acompañan al rey en su viaje al más allá. Mucha de la información obtenida no será conocida y estudiada en profundidad hasta la década de los sesenta, lo cual explica el retraso y los errores interpretativos en el análisis de los resultados.

La cuestión del origen y la circulación de los diferentes instrumentos genera gran controversia y refleja el influjo que unas culturas ejercen sobre otras desde la antigüedad como consecuencia del comercio, las invasiones y los movimientos migratorios. Por lo tanto resulta complejo asegurar con plena certeza el origen mesopotámico de ciertos instrumentos de cuerda como el laúd, si bien pudiera darse el caso también de que instrumentos parecidos aparezcan en diferentes culturas por invención propia. (Tal es el caso por ejemplo de la syringa griega o flauta de pan, instrumento que aparece también en la América pre-colombina y en China sin que exista conexión alguna entre estas culturas.)

Las iconografías más antiguas del arpa aparecen en Mesopotamia y también en Egipto a principios del tercer milenio a.C., pero según algunas teorías el origen de este instrumento se pierde en la noche de los tiempos. Así mismo, se plantea la duda al comparar y establecer un origen común entre la actual arpa arqueada del África negra y el arpa del Egipto faraónico.

El caso del sistro refleja sin lugar a dudas la expansión de este instrumento de origen egipcio por el Mediterráneo. Se trata de un sonajero con mango asociado al culto de la diosa Hathor, hija del dios Ra. Incluso en época romana, el culto a los dioses egipcios es todavía practicado en lugares muy alejados de Egipto, lo que explica que aparezcan sistros en templos dedicados a la diosa Isis hasta el s. I d.C. en lugares como Anatolia, Italia e incluso Francia.

Occidente invierte grandes esfuerzos para despejar las incógnitas del origen de su civilización en el Mediterráneo y Oriente Medio durante los siglos XIX y XX, por esa razón contamos en la actualidad con bastante información sobre la historia de Egipto y Mesopotamia. Pero el influjo cultural entre civilizaciones no se reduce exclusivamente a este área.

El descubrimiento de la ciudad de Harappa en los años 20 del s.XX supone el hallazgo de una civilización muy evolucionada que presuntamente surgió a partir de las comunidades agrícolas establecidas en el Neolítico junto al río Indo y sus afluentes. El apogeo de la civilización del Indo está datado entre el 2600 y el 1700 a.C. Se estima que su territorio pudo superar a Egipto y Mesopotamia juntas en extensión y que su población pudo alcanzar los cinco millones de habitantes.

Las excavaciones en Harappa y otros 2500 pueblos y ciudades encontrados son testimonio de una sociedad con un importante desarrollo matemático, con un trazado urbanístico bien diseñado, con viviendas de hasta tres plantas, sistema de alcantarillado y abastecimiento de agua. Llama la atención el uso de ladrillos con una medida estándar incluso en ciudades diferentes, lo que es considerado también como prueba de la existencia de una forma de organización estatal. Entre los diferentes objetos encontrados aparecen juguetes, juegos de tablero con piezas del estilo a las del ajedrez, abalorios y también instrumentos musicales.

Se da por probado que existieron intercambios comerciales con Mesopotamia. Se desconoce su forma de gobierno, aunque resulta significativa también la ausencia de grandes mausoleos. Su sistema de escritura podría ser presuntamente al menos tan antigua como la sumeria, pero aún hoy en día no ha sido posible su decodificación. Los trabajos arqueológicos realizados son insuficientes para despejar las incógnitas que envuelven a esta antigua civilización del Indo, pero la inestabilidad política actual en la zona así como la falta de voluntad y de inversión dificultan el avance.

Los motivos de su declive son también un misterio. Según algunas teorías la sequía, la sobre-explotación de los recursos o los desastres naturales podrían ser el desencadenante de su desaparición en torno al 1700 a.C.

La llegada de las tribus Indo-Arias al subcontinente está datada alrededor del 1500 a.C. con lo cual esta se habría producido con posterioridad a la desaparición de la civilización del Indo. Estos pueblos están emparentados con los Indo-Europeos que contemporáneamente se adentran en Europa y se cree que el Sánscrito es el lenguaje original del que emanan diversas lenguas del occidente euroasiático.

Los asentamientos Indo-Arios dan lugar a la civilización védica y los comienzos del hinduismo. Algunas teorías encuentran elementos en común entre esta cultura y la antigua civilización del Indo.

La música adquiere una dimensión místico religiosa en la cultura hinduista intrínsecamente vinculada a la espiritualidad. En las escrituras védicas la sílaba sagrada "Om" simboliza el sonido primigenio del que emanan todos los demás sonidos, la unión de lo físico y lo espiritual. Entre los cantos védicos del s. VII a.C. encontramos algunos de los ragas más característicos de la música hindú. La música es sagrada y tiene una significancia transcendental.

En los Uppanisades se cuenta que el dios Brahma medita durante 100.000 años y como resultado nace la música y después todo lo demás. La música es así pues, ante todo un símbolo de la armonía del Universo. En el tratado "Natya Sastra" atribuido a Bharata y escrito entre los siglos. V-III a.C. (aunque es bastante posible que en realidad fuera escrito por diferentes autores recopilando conocimientos más antiguos transmitidos por tradición oral), se detalla el sistema de afinación indio basado en la división del intervalo de octava en 22 shrutis. Este sistema no se basa exclusivamente en el círculo de quintas como en Mesopotamia, Grecia o China, sino en fracciones de números enteros en muchos casos más cercanas a los intervalos de la serie armónica. Aún en la actualidad se sigue utilizando este mismo concepto, aunque teóricos de otros tiempos añaden nuevos shrutis posibles.

La gran influencia que ejerció el mundo mesopotámico y Egipto en los orígenes de la cultura griega es determinante en el desarrollo de su matemática y también de su música. Se conservan tablillas de arcilla de origen sumerio datadas en unos 4.600 años de antigüedad donde se demuestra que ya conocían los fundamentos el teorema de Pitágoras y también la relación de Euclides entre la longitud de una circunferencia y su diámetro. Las rutas comerciales del mar Mediterráneo facilitaron el acercamiento cultural entre pueblos. Se cree que el propio Pitágoras viajó a Egipto y Oriente Próximo donde pudo adquirir algunos de sus conocimientos en estos ámbitos. Anteriormente también Tales de Mileto pone de manifiesto su admiración por la sabiduría del pueblo Egipcio. Los documentos más antiguos encontrados en la isla de Creta están en escritura jeroglífica egipcia. Los instrumentos musicales que utilizaban los griegos son una clara evidencia de este legado cultural.

Las referencias musicales más antiguas de los pueblos griegos las encontramos en su mitología. Los mitos y leyendas constituyen un medio a través del cual los griegos del periodo oscuro y arcaico expresan sus concepciones musicales vinculadas a la poesía, la cosmovisión, la religión y la vida social.

Etimológicamente la palabra ***"música"*** deriva del griego *"mousiké téchne"* que significa "el arte de las musas". Las nueve musas son divinidades femeninas y representan el estandarte original de la música, el canto, la danza, la poesía, el teatro, la historia, el alfabeto y la astronomía.

Al igual que sucede con las representaciones egipcias, en los grabados griegos es muy común la imagen de las mujeres haciendo música con instrumentos. Hay numerosas referencias sobre las sacerdotisas poetas tañedoras de instrumentos, cantantes y bailarinas. Con anterioridad a las invasiones helenas el papel de las sacerdotisas en cuestiones de gobierno, justicia y religión hubo de tener un papel fundamental. También en lo que concierne a la sanación, la educación, la escritura y el conocimiento en general.

Con la llegada de los pueblos aqueos desde los Balcanes (a lo largo del segundo milenio a.C.) las mujeres podrían haber sido progresivamente delegadas de sus funciones. Posteriormente en el periodo clásico Platón y Aristóteles niegan la existencia del alma racional en las mujeres definiendo su naturaleza como la de un hombre incompleto y por lo tanto inferior.

Los trabajos realizados por la arqueóloga lituana Marija Gimbutas durante la segunda mitad del siglo XX desvelan una diversa y compleja estructura de representaciones femeninas entre los pueblos del paleolítico y el neolítico europeo. Las teorías de Gimbutas ofrecen una visión de los pueblos pre-indoeuropeos basados en la adoración a la fertilidad de la "Diosa-Madre". Los cultos a la diosa Deméter en Grecia (Ceres) así como la adoración a otras diosas de la fertilidad entre los celtas, eslavos, germanos, etc, tendrían su origen en una misma y primigenia "Diosa-Madre". La llegada de los pueblos indoeuropeos desde el este de Europa habría supuesto la transformación hacia un modelo patriarcal. Según Gimbutas la brujería medieval, (que es duramente perseguida especialmente entre los siglos XV-XVIII d.C.) sería una expresión tardía de estas antiguas creencias transmitidas oralmente de madres a hijas durante generaciones. Así mismo el icono de la virgen María podría representar una cristianización de la Diosa.

La publicación de *"La Diosa Blanca"* de Robert Graves en 1949 supone una reconstrucción en forma de ensayo del mito poético en la Europa antigua y el Mediterráneo septentrional vinculado a las ceremonias religiosas en honor a la Diosa Luna. Las invasiones procedentes del Asia Central habrían remodelado y falsificado los viejos mitos originales de los tiempos del paleolítico. Según Graves las musas son originariamente tres y representan a la Gran Diosa en su aspecto poético o mágico. El arquetipo de la musa triple o las nueve musas aparece de manera repetida en diferentes mitos y épocas de la Europa prehistórica, antigua y medieval. Se relacionan con las estaciones de primavera, verano e invierno, con los ciclos de luna creciente, llena y menguante o con la doncella, la mujer y la bruja.

Con la llegada de los guerreros indoeuropeos se produce la transformación hacia el politeísmo patriarcal. Los dioses residen en el cielo desde donde se manifiestan gobernados por un poderoso dios. En Grecia, la diosa Hera, es la esposa y una de las tres hermanas de Zeus, dios del trueno y líder del Olimpo (Semejante a Thor en la mitología nórdica y a Indra en la India). Tanto Graves como Jakob Bachofen o Walter Burket encuentran muchos atributos comunes entre Hera y la Gran Diosa. Otra de las tres hermanas de Zeus es Deméter (Ceres en Roma), diosa de la agricultura y de la fertilidad (también icono pre-helénico de la Diosa). El culto a la diosa Cibeles en Anatolia aparece desde el Neolítico y se mantiene entre los Frigios. Gea sería otra manifestación de la Diosa adorada desde los tiempos del neolítico por la antigua civilización egea del mar Egeo.

En 1955 Robert Graves publica su particular visión de *"Los mitos griegos"*, obra en la que hace alarde de un minucioso estudio y conocimiento de las culturas mediterráneas de la antigüedad. En este extraordinario trabajo recopila en formato enciclopédico los mitos helénicos, argumentando las fuentes de su relato con absoluta precisión e incorporando sus propias reflexiones e interpretaciones personales vinculadas a la simbología poética y a los orígenes primitivos de las historias.

Apolo es para los griegos el dios de la poesía y la música. El nombre de su hermana melliza (Artemisa) es también uno de los nombres empleados para la Diosa con anterioridad a la llegada de los Aqueos. Apolo hace descender a las nueve musas del monte Helicón para llevárselas al monte Parnaso, donde reemplaza a la diosa Gea y ocupa el santuario de Delfos tras matar a la gran serpiente Piton.

Las nueve musas son nombradas y a cada una de ellas les corresponde un atributo. *Calíope, Clio, Euterpe, Melpóneme, Terpsícore, Erato, Polimnia, Urania y Talia.*

Será común entre los poetas de todos los tiempos desde Virgilio a Dante invocar a las musas para que traigan la inspiración al escribir o al componer. Pitágoras pide construir un altar a las musas en Crotona. En Alejandría, la mítica biblioteca formaba parte del Museo (templo a las musas).

Según Enrico Fubini, la figura de Orfeo (hijo de Apolo y de la musa Calíope) como cantor que se acompaña de la cítara frente a Dionisio como tañedor del aulos representa en las disertaciones filosóficas sobre ética musical la dualidad comparativa entre la música al servicio de la poesía y la música instrumental como elemento de festividad. (Dionisio no puede cantar al mismo tiempo que toca su flauta, si bien además el aulos era un instrumento asociado a la celebración de festejos). Según la leyenda, en el s.VIII a.C. el poeta Terpandro perfecciona la lira aumentando su número de cuerdas de cuatro a siete para demostrar la superioridad de este instrumento frente a la flauta y establece la enseñanza musical en Esparta. También los poemas homéricos contienen numerosas alusiones musicales que nos dan una idea del valor que tenía la música para los griegos.

Grecia estaba constituida por una congregación de ciudades-estado repartidas por el Peloponeso, Anatolia, las islas del mar Egeo y el sur de Italia. Su geografía insular poco apta para el desarrollo de la agricultura impulsa la necesidad de volcarse en la navegación (al igual que sucede con el pueblo Fenicio, que expande con anterioridad las rutas comerciales por el Mediterráneo y establece colonias portuarias al norte de África y en las costas de la península ibérica).

A pesar de que se han perdido muchos vestigios de la cultura fenicia, se sabe que tanto en Fenicia como en Cártago hubo bibliotecas. De hecho el alfabeto griego tiene su origen en el alfabeto fenicio. A los fenicios se atribuye también grandes avances en el mundo de la navegación, la implantación de la moneda para el comercio y la propagación de la vid y el olivo por el Mediterraneo. Son considerados como grandes difusores de la civilización de Oriente Medio y Egipto por el Mediterráneo a lo largo del primer milenio antes de Cristo.

Las anotaciones pitagóricas acerca de la proporcionalidad de las notas musicales suponen el comienzo de las teorías musicales conocidas en el mundo Griego (s.VI a.C). No se conservan textos escritos por el propio Pitágoras. Cuanto sabemos de él se lo debemos a los textos de sus discípulos escritos en torno a 150-200 años después de su muerte basadas en historias transmitidas de forma oral. Pitágoras establece su escuela en Crotona (al sur de Italia). La escuela pitagórica era una comunidad cerrada y secreta con carácter religioso. Sus integrantes eran matemáticos, filósofos y músicos con una concepción del universo basada en los números. Se autodenominaban "Mathematikoe" y tenían la convicción de que las proporciones musicales explicaban el movimiento de los astros. Se atribuye al propio Pitágoras la experimentación acústica con cuerdas, tubos, vasos de agua y todo tipo de objetos para realizar comprobaciones matemáticas en relación a las consonancias. Establece así en las proporciones del monocordio la consonancia del intervalo de octava (½), del intervalo de quinta (2/3) y del intervalo de cuarta (¾).

Platón refuerza la idea pitagórica de la "Armonía de las esferas" en su obra "La República" . En "El Timeo" nos brinda la primera visión tetracordal de la octava conocida del mundo griego estableciendo la medida de un tono en 9/8 y la proporcionalidad de los intervalos de la escala diatónica. Aunque Aristóteles cuestiona la teoría de la "Armonía de las Esferas" por

inverosímil, ejercerá durante el Medievo cristiano una gran influencia en la cosmovisión religiosa del universo. Incluso Keppler en plena Edad Moderna tratará de demostrar que las órbitas de los planetas en el modelo heliocéntrico describen proporciones similares a las de los intervalos musicales. Se manifiesta decepcionado por la imperfección del universo al constatar que las predicciones platónicas y pitagóricas no se cumplen, sin embargo sus cálculos supondrán la constatación de que las órbitas planetarias son elípticas en lugar de circulares.

La filosofía clásica en torno a las cuestiones pedagógicas, morales y éticas en el ejercicio de la música adquiere grandes espacios para la reflexión en los textos de Damón, Platón y Aristóteles. Encontramos referencias acerca de cuáles son los modos, melodías y ritmos más adecuados en función de los diferentes estados de ánimo, así como en ocasiones se ensalza las virtudes de cierta música frente a otra. Los antiguos "modos griegos" parecen hacer referencia a la tradición musical de sus diferentes regiones. Lidios, Dorios, Frigios, etc, son los diversos pueblos que configuran el mundo griego repartidos en su geografía con una identidad y costumbres propias. Es necesario aclarar que los modos griegos tal y como los estudiamos en la actualidad no se corresponden con las escalas que utilizaban originariamente los griegos. Durante la Edad Media son reinterpretados en los cantos litúrgicos de las iglesias dando lugar a los Modos Bizantinos y Gregorianos en los que se basan nuestros modos actuales.

De Aristógenes (alumno de Aristóteles [s. IV a.C.]) se han conservado de forma incompleta sus obras "Elementa Harmonica" y "Elementa Rythmica". Esta segunda está dedicada a cuestiones de métrica poética. En sus "Elementos de la armonía" define el estudio de intervalos y diferentes escalas construidas a partir de tetracordos descendentes. Establece diferencias entre los géneros diatónico, cromático y enarmónico. La mención del género enarmónico es un indicador del uso de cuartos de tono en los modelos tradicionales de afinación y en las escalas griegas. Aristógenes ofrece una visión liberada de las concepciones éticas, matemáticas y filosóficas de sus antecesores haciendo de la musicalidad y la estética musical un valor en sí mismo. Acentúa la percepción auditiva como elemento de criterio en la formación de un juicio musical. Toma como medida de tono la diferencia entre los intervalos de cuarta y quinta, lo que dará lugar a los modelos de afinación mesotónica.

A pesar de que los textos clásicos no son suficientes para construir una idea fiable de cómo era en realidad la música en la Grecia antigua, ejercerán con posterioridad una importantísima influencia en las teorías musicales de Bizancio, la Europa medieval y el mundo islámico en su Edad de Oro.

Contemporáneos y rivales de los pueblos griegos fueron los persas. Procedentes del actual Irán comienzan su expansión por Oriente Medio en el s. VI a.C. alcanzando el valle del río Indo. Ocupan también temporalmente Egipto y la península de Anatolia. Los persas construyen su cultura incorporando elementos de los territorios ocupados de manera que adquieren rasgos de la cultura hindú, egipcia y griega, pero fundamentalmente de Mesopotamia. Su forma de gobierno se basa en la integración de las tradiciones y las instituciones de los lugares ocupados favoreciendo el comercio y la comunicación entre pueblos. Se abre un canal entre el Nilo y el Mar Rojo para facilitar el tránsito de mercancías. Su religión, el Zoroastrismo alcanza gran difusión por el continente asiático a través de la Ruta de la Seda y ejercerá una importante influencia sobre las religiones monoteístas en su visión dualista del bien y el mal, el cielo y el infierno..

La expansión militar del macedonio Alejandro Magno en el s. IV a.C. supone la caída de la antigua Persia y sus territorios pasan a formar parte del Imperio Griego. A pesar de la destrucción de Persépolis, las ruinas arquitectónicas y escultóricas conservadas nos brindan

una idea del esplendor que hubo de tener la ciudad en su tiempo. La identidad del pueblo persa en Irán resurge a lo largo de la historia hasta nuestros días siendo su aportación muy importante en la riqueza de la cultura islámica durante su Edad de Oro y también en la India del imperio Mogol.

Según los cronistas griegos, el ejército de Alejandro Magno se amotina ante la perspectiva de enfrentarse a ejércitos indios más poderosos en el Ganjes negándose a continuar su avance hacia el Este, lo que supone el fin de la expansión griega por el subcontinente. También se dice que este queda fascinado ante un sistema musical tan refinado y complicado en la India. Los dos siglos de ocupación persa en el noroeste de la India y la sucesiva ocupación griega convierten la región en un crisol donde tiene lugar la fusión de las culturas india, persa, centroasiática y griega. Esta cultura es denominada Grecobudismo y perdura hasta el siglo V d.C.

La expansión del budismo supone un influjo de la cultura india por todo el continente asiático llegando a alcanzar las islas de Japón en el siglo I d.C. La Ruta de la Seda, además del intercambio de mercancías entre civilizaciones, favorece la transmisión de la cultura, la religión y la filosofía. El contacto entre pueblos se produce en este recorrido desde el Paleolítico, aunque es a partir del s. II a.C en el periodo de la dinastía Han cuando China establece contacto con los pueblos civilizados del lejano oeste.

Durante la dinastía Han en China (s.III a.C.-III d.C.) hay constancia histórica de un importante desarrollo musical. Se crea una Oficina de la Música en la corte imperial para la recopilación de las canciones y melodías tradicionales al tiempo que la música extranjera ejerce una importante influencia entre los músicos chinos como consecuencia del contacto con otros pueblos.

Entre los siglos IV-VI d.C. tiene lugar la Edad Dorada de las artes indias, momento de gran apogeo en el desarrollo de la ciencia, la tecnología, el arte, la literatura, la matemática y la música. Durante este periodo se estima que India tuvo la mayor economía del mundo. Gran parte del subcontinente permanece unido bajo el imperio Gupta y los lazos comerciales facilitan la dispersión cultural por las regiones de Birmania, Sri lanka, archipiélago malayo e Indochina.

El Imperio Griego hereda la estructura comercial y cultural desarrollada durante la dinastía persa de los Aqueménidas, lo que supone una gran apertura para el pensamiento helénico. En este nuevo periodo tiene lugar el mestizaje entre el mundo oriental y la tradición griega que sienta las bases de la civilización occidental. Se llevan a cabo las primeras traducciones al griego de la Biblia.

La fundación de la ciudad de Alejandría en la desembocadura del Nilo en el año 331 a.C. da lugar a un nuevo periodo de esplendor cultural en la confluencia del mundo griego con Egipto. El desaparecido faro de Alejandría es su principal emblema arquitectónico y nos brinda una idea de la importancia económica y comercial que tuvo en su tiempo. Bajo el patrocinio de la dinastía ptolemaica, su famosa biblioteca es la más grande de la época y en ella se recopilan conocimientos de la cultura griega, egipcia, persa, hebrea, india y africana. Se elaboran mapas del mundo conocido e incluso se dice que consigue coleccionar todos los libros de la antigüedad. Se carece de testimonios precisos sobre sus aspectos más esenciales. Se desconoce cuál fue la ubicación exacta de la biblioteca. El momento de su destrucción y desaparición no está del todo claro.

De este periodo data la *“Piedra Rosetta” (s. II a.C.).* Descubierta en el año 1799, contiene un decreto del faraón Ptolomeo V escrito en tres idiomas; griego antiguo, escritura demótica y jeroglíficos egipcios. El contenido de esta piedra es de gran importancia entre los egiptólogos del XIX, ya que supone el punto de partida en la decodificación de los jeroglíficos egipcios.

La biblioteca de Alejandría se convierte en centro de difusión de la cultura helena y el griego es impuesto como idioma oficial del Imperio. Durante este periodo tiene lugar un gran avance en el ámbito científico. Arquímedes realiza grandes aportaciones físicas y matemáticas, Hiparco de Nacea desarrolla la trigonometría, Aristarco formula el modelo heliocéntrico, Herófito describe el sistema nervioso, Erastotenes describe la redondez del mundo y su tamaño aproximado con un margen de error del 1%. Durante la ocupación romana, Alejandría continua siendo lugar de desarrollo para la ciencia y la filosofía.

Las aportaciones en el ámbito de la teoría musical del mundo griego siguen su evolución entre los filósofos alejandrinos, tanto en el periodo helénico como en el romano. Los textos conservados denotan una consolidación de la visión aristogénica; la música entendida desde la perspectiva de la estética musical atendiendo a aspectos estrictamente musicales.

En paralelo y por oposición, la visión pitagórica-platónica también cuenta con sus seguidores continuando con la tradición musical de carácter ético y filosófico. Teófraso y Cleónides son representantes de la visión aristogénica frente a Plotino y Porfirio, defensores del Neoplatonismo que alcanzará gran repercusión entre los teólogos musicales del mundo cristiano.

La “Harmónica” de Claudio Ptolomeo (s.II d.C) sintetiza y analiza el material legado por los autores clásicos desde la escuela pitagórica hasta Aristógenes. Ptolomeo plantea nuevas formas de afinar inspirado en las proporciones de Dídimo. Inventa un sistema de afinación basado en la proporcionalidad de los intervalos de tercera.

La civilización romana hace suya la cultura griega en prácticamente todas sus manifestaciones de manera que casi se puede considerar como una continuación de esta. Los romanos también cultivaron y tuvieron en consideración las artes musicales. Tanto en el teatro como en celebraciones de diversa índole se contaba con la presencia de los músicos. Existieron incluso circuitos profesionales de concertistas. De la cultura helena heredan su teoría musical e instrumentos, aunque realizan sus propias aportaciones en materia instrumental. Los músicos alejandrinos gozan de la mejor reputación en el imperio romano. La música alejandrina continuará marcando la pauta también durante este periodo. La cultura greco-romana se propaga por todo el Mediterráneo y gran parte del continente europeo con la expansión militar del Imperio, llegando a alcanzar las islas británicas.

Para Aristógenes la notación musical es un asunto de escribas y no de teóricos de la música. Esto explica la ausencia de referencias en este sentido entre los musicógrafos alejandrinos. Sin embargo es conocido en la actualidad el sistema de notación empleado en el mundo heleno a partir del siglo IV a.C. que continuará vigente y en uso también en el mundo romano hasta aproximadamente el siglo IV. d.C.

Un tratado tardío de Alipio fechado entre los siglos III-VI d.C. explica este sistema de notación desvelando a qué nota corresponde cada signo. Las tablas de Alipio constituyen la "piedra Rosetta" que permiten decodificar las partituras de la antigüedad greco-romana. La notación para la música vocal está sacada del alfabeto griego. Para la música instrumental se emplea también el alfabeto, pero con algunas variaciones para evitar la repetición de signos con

respecto a las notaciones de la música vocal.

En el mundo griego hay constancia de la existencia de otro sistema de notación más antiguo correspondiente al periodo arcaico (s. VIII a VI a.C.) del que han perdido todos los documentos.

Grecia y Roma construyen su economía en torno a las relaciones de esclavitud. Aristóteles justifica este fenómeno como natural y necesario para que los hombres libres dediquen su tiempo a menesteres más elevados como el buen gobierno de las ciudades. Los prisioneros capturados tras la batalla así como aquellos que no pueden asumir sus deudas económicas pasan a ser propiedad de sus amos. Trabajos y labores de cualquier tipo (incluido el ejercicio de la música) son desarrollados por los esclavos al servicio de la ciudadanía. El estatus de ciudadano está reservado exclusivamente para los hombres libres.

El estatus social de los músicos romanos refleja la complejidad de una sociedad desigual en la cual el reconocimiento público de una estrella podía generar grandes beneficios económicos frente al uso equiparado a la prostitución de los músicos cotidianos para animar los festejos y banquetes de la ciudadanía. El alquiler de esclavos músicos era inclusive un negocio rentable.

Las conquistas romanas acrecientan considerablemente el número de esclavos, sin embargo fueron frecuentes las sublevaciones. El levantamiento y la organización para la lucha originan las tres guerras serviles durante los siglos II y I a.C. La última encabezada por Espartaco es la más sangrienta y hace tambalear los cimientos de la estructura social. La falta de trabajadores en la posguerra provoca una fuerte crisis económica y será uno de los motivos del final del periodo republicano.

Durante la ocupación romana en Jerusalén, en un clima de confrontación política, filosófica y religiosa entre un fraccionado pueblo hebreo y la autoridad imperial, surge el cristianismo. La crucifixión de Jesús y el mito de su resurrección revolucionan el alcance de su doctrina, que de manera clandestina se propaga con rapidez por gran parte del Imperio. La cristianización del mundo romano supone un progresivo distanciamiento con respecto a las culturas de la antigüedad. El monoteísmo termina por imponerse oficialmente y el culto a los viejos dioses es considerado una herejía. Los instrumentos musicales, que durante siglos habían sido utilizados en los rituales religiosos de los templos paganos, pasan a ser considerados utensilios pecaminosos hasta muy avanzada la Edad Media.

El Neoplatonismo de Plotino representa la transición que tiene lugar entre el pensamiento del mundo antiguo y las nuevas concepciones cristianas. Se asimila la tradición pagana greco-romana, su teoría musical y su filosofía, pero desde la perspectiva de la tradición religiosa hebraica. La música es un instrumento diabólico que corrompe el alma, pero al mismo tiempo es un medio de elevación espiritual que purifica y ensalza la armonía del creador. En la sinagoga el canto religioso es la manifestación litúrgica del pueblo hebreo. El cristianismo hereda esta concepción bajo la perspectiva del Neoplatonismo. Se distingue así entre "música pagana" y el nuevo canto cristiano como medio de salvación. En esta línea entre los siglos III y VI d.C. los padres de la Iglesia esbozan las bases del pensamiento musical y religioso medieval. San Clemente de Alejandría, San Juan Cristomo de Constantinopla, San Jerónimo, San Agustín o San Isidoro entre otros reproducen un ideal construido a partir de conceptos platónicos y pitagóricos.

A principios del s. VI Boecio establece la diferenciación entre tres géneros musicales: La música mundana, la música humana y la música de los instrumentos. La música mundana hace referencia a la "Armonía de las Esferas" de Platón. Es la música del mundo y los planetas.

La música humana es entendida desde la perspectiva del canto religioso. La valoración negativa que se hace hacia la música de los instrumentos se refleja en la concepción inferior de una actividad de carácter manual frente a la superioridad de carácter intelectual que supone el verdadero conocimiento musical. Esta degradación de la actividad manual que implica el manejo de los instrumentos musicales la encontramos también en los textos de Aristóteles, que consideraba esta actividad propia de un esclavo, indigna para un hombre libre. La triple clasificación Boeciana aparece de forma reiterada en las reflexiones de tipo filosófico-religioso a lo largo de toda la Edad Media.

A finales del s. IV d.C. el Imperio Romano se divide definitivamente en dos dando origen a la separación entre Cristianismo Apostólico de Roma y Cristianismo Ortodoxo de Bizancio. Ante las sucesivas oleadas de ataques de los pueblos del norte, el Imperio Occidental no tarda mucho en caer. Sin embargo el Imperio Oriental se mantiene durante cerca de un milenio completo llegando incluso a recuperar temporalmente parte del viejo Imperio Occidental. Constantinopla se convierte en la capital y con el tiempo el griego termina siendo el idioma oficial. A pesar del catolicismo, del cierre definitivo de la academia de Platón y de la caída de los dioses, la identificación con la antigua Grecia será una constante durante toda la historia de Bizancio. Esta identidad perdura después de la ocupación otomana en Anatolia y los Balcanes llegando hasta la Grecia de hoy en día.

3. EDAD MEDIA

Tras la caída del Imperio Occidental el cristianismo será progresivamente adoptado como religión oficial en los nuevos reinos sustituyendo al politeísmo propio de los germanos, vikingos, eslavos, celtas y otros pueblos de procedencia indoeuropea. La descentralización del poder y la desaparición de la ciudadanía romana definen los cambios de este periodo en la Europa occidental dando paso al feudalismo y los estamentos medievales.

El campesinado asume relaciones de servidumbre frente a los señores feudales a cambio de mantener una tierra para su uso personal y de protección ante los saqueos y los ataques en un periodo caracterizado por la rivalidad entre pueblos. Las obligaciones que impone el feudo exigen la realización de trabajos, el pago de diezmos con parte de la cosecha y disponibilidad para ir a combatir en caso de guerra. Los abusos cometidos por los estamentos de la nobleza serán motivo de insubordinaciones y revueltas populares con bastante frecuencia.

Durante la Alta Edad Media en Occidente los cultos politeístas y las creencias paganas se resisten a desaparecer. La demonización de los rituales mágicos, la conversión de los lugares sagrados en Iglesias y la sustitución de los antiguos dioses paganos por iconografía cristiana serán estrategias empleadas, no solo durante el Medievo, también en las evangelizaciones que tendrán lugar en las colonizaciones de la Edad Moderna.

La expansión de los Francos consolida la formación del Imperio Carolingio entre los siglos VIII y IX. Carlomagno asume el poder político y religioso en una extensión que abarca territorios de la actual Francia, Alemania, Austria, Países Bajos y norte de Italia. En un intento por recuperar la cultura clásica se proclama emperador del Imperio Romano y Papa de la Iglesia apostólica-romana. El imperio terminará por dividirse en tres partes con el Tratado de Verdún.

Desde los primeros siglos del cristianismo surgen diversas interpretaciones de la doctrina que dan lugar a corrientes alternativas de pensamiento. La heterodoxia también será duramente perseguida por la Iglesia con la finalidad de centralizar el poder religioso en la figura del Papa como líder. El fenómeno de la herejía y el milenarismo continua durante toda la Edad Media dando cabida a las reivindicaciones religiosas y sociales de los sectores más desfavorecidos de la sociedad.

En el s. XII se crea la Santa Inquisición para perseguir la herejía de los Cátaros al sur de Francia. Las influencias orientales maniqueistas y neoplatónicas configuran una cosmovisión dualista en la filosofía del catarismo. Las raíces del catarismo y otras heterodoxias occidentales las encontramos en la herejía bizantina de los Pauliciani y sus herederos los Bogomili entre los siglos VII y IX.

Al margen del ámbito religioso hay escasa documentación acerca de la música del Medievo cristiano. Se sabe que el canto y el baile eran muy habituales entre la población como herencia del mundo pagano. Las numerosas fuentes cristianas condenando este comportamiento ponen de manifiesto la importancia que tenía la música popular. Además hay constancia documental sobre la práctica musical con instrumentos entre los juglares ambulantes, entre los trovadores de la nobleza y las trovaririts (mujeres trovadoras, que también las había). Al igual que sucede con la música de la antigüedad las recreaciones actuales se basan en gran medida en los grabados. Las estatuas románicas y góticas en las que aparecen instrumentos musicales son testimonio de la música instrumental de la Edad Media en el mundo cristiano. Instrumentos heredados de la antigüedad greco-romana como órganos, arpas y flautas y también

instrumentos propios del mundo árabe como el laúd, el rabel o la dulzaina. Cabe destacar la utilización del organistrum. Se extiende su uso en el s. XII para acompañar los cánticos eclesiásticos y dará lugar con posterioridad a la zanfona.

Los cantos religiosos de las iglesias cristianas tienen su origen en el ritual de la sinagoga hebrea. La expansión inicial del cristianismo da lugar a diferentes liturgias con influencias propias de cada región. La visigótica, la céltica, la galicana, la siria o la milanesa entre otras suponen diferentes formas de cantar y de entender el cristianismo. El canto gregoriano surge como iniciativa para tratar de unificar la liturgia de la Iglesia apostólica-romana. Es recibido con cierta resistencia y aunque se impone en el s. X. algunas iglesias logran conservar su identidad original. Recibe su nombre en honor al Papa Gregorio I considerado como un icono del pontificado romano *(es necesario aclarar que no es un canto creado ni recopilado por este Papa).*

El canto de la Iglesia ortodoxa de Bizancio se caracteriza por el uso de una nota pedal como bordón. Inspirándose en la idea de los tetracordos diatónicos de Aristógenes, Juan Damasceno crea los ocho modos bizantinos en el s.VII. En realidad los modos eclesiásticos suponen una reinterpretación de las antiguas escalas griegas ya que estas no coinciden aunque tomen sus mismos nombres. La iglesia romana aprende el uso de los modos bizantinos para su liturgia, por eso son también conocidos como modos gregorianos. Los modos eclesiásticos son un antecedente de los siete modos diatónicos tal y como se estudian actualmente en la música occidental. Los griegos formaban sus escalas por combinación de tetracordos descendentes, pero las escalas eclesiásticas son formuladas en sentido ascendente porque de este modo se elevan hacia el cielo y hacia Dios.

Damasceno, Alcuino de York y otros teóricos musicales del Medievo cristiano apelan a los filósofos de la Grecia clásica utilizando su terminología musical. Sin embargo el contexto cultural en el que se desenvuelven ya nada tiene que ver con los tiempos de la antigüedad. La pauta platónica-pitagórica establecida por San Agustín y Boecio durante los primeros siglos del cristianismo continua vigente entre los teóricos musicales del canto religioso hasta prácticamente el final de la Edad Media.

El canto eclesiástico es monódico en su origen, pero tras siglos de evolución incorpora progresivamente la polifonía y sienta las bases para el desarrollo de la teoría musical del Renacimiento europeo. A partir del s. IX comienza el uso de la “vox organalis” que es una melodía paralela a la voz principal a una distancia de cuarta o de quinta por debajo. En el s.XI se hace uso del “discantus” rompiendo el paralelismo de las voces para realizar movimientos contrarios a los de la voz principal.

También durante el periodo medieval se idean fórmulas de notación musical en la liturgia considerados como antecedente del modelo actual. En el s. XI Guido De Arezzo construye un sistema con cuatro líneas para concretar la altura exacta de los sonidos. Hasta el momento las anotaciones referentes a la altura no eran muy precisas y daban lugar a la confusión. A partir del s. XIII aparece la incorporación de una quinta línea, pero el tetragama continua siendo el sistema más utilizado hasta que entre los siglos XV-XVII se consolida el uso del pentagrama.

Entre finales del XII y durante el XIII París es el centro cultural de la Europa cristiana. En la escuela musical de la catedral de Notre Dame se desarrollan ampliamente las posibilidades polifónicas del canto religioso. La técnica del “organum” es ampliada a tres y hasta cuatro voces sin necesidad de respetar el paralelismo de las líneas melódicas. También se emplea la técnica del adorno melismático para las voces que acompañan a la voz principal de notas más

largas. La creación del Motete permite que diferentes voces con diferente ritmo canten textos diferentes.

La polifonía vocal religiosa de finales de la Edad Media manifiesta una mayor riqueza y precisión rítmica con el *Ars Nova* francés e italiano característico del s. XIV. En este periodo se desarrollan diferentes sistemas de notación rítmica para determinar la duración de las notas y el compás. La llegada del *Ars Nova* supone una auténtica revolución musical en su tiempo. Contará con la oposición de los defensores de la tradición conservadora desarrollada durante los siglos anteriores, que pasa a ser conocida como *Ars Antiqua*. La consolidación del Ars Nova a lo largo del *Trecento* supone la crisis y el final de la visión Boeciana Neoplatónica imperante durante todo el Medievo.

El Islam surge en la península arábiga en el s.VII y se expande vertiginosamente por Oriente Medio y el norte de África llegando a abarcar desde el río Indo hasta la península ibérica en solo un siglo tras la muerte de Mahoma. Debido a la diversidad de sus pueblos el imperio atraviesa diferentes crisis de poder y algunas guerras internas. La fragmentación política no supone un impedimento para lo que se conoce como Edad de Oro del Islam. Este periodo de esplendor cultural comienza en el s. VIII y supone un gran desarrollo para las artes, la ciencia y la tecnología. A orillas del río Tigris, Bagdad se convierte en la capital del conocimiento. El trabajo recopilatorio que tiene lugar en su biblioteca transforma la ciudad en la nueva Alejandría del momento. Con el objetivo de aglutinar todo el saber del mundo conocido se traducen al árabe textos de la antigüedad clásica. Sintetizan conocimiento de Persia, India, Grecia, Bizancio, del África negra e incluso de la China. La Edad de Oro supone una apertura humanista para intelectuales de todo el mundo sin distinción de su procedencia o religión. Posteriormente también el Cairo y Córdoba se transforman en ciudades intelectuales como Bagdad.

De los chinos, probablemente la civilización con mayor desarrollo tecnológico del momento, además del uso de la pólvora, la brújula y otros adelantos de la navegación, aprenden la fabricación del papel, lo que supone una auténtica revolución en lo que se refiere a transmisión del conocimiento. El sistema de numeración indoarábigo y el concepto de cero son también una aportación definitiva para el desarrollo de la matemática. Los matemáticos persas lo aprenden de la India y su uso se extiende por todo el imperio Islámico y posteriormente también por Europa.

El Islam deriva al igual que sucede con el cristianismo de la tradición hebrea. Los cánticos en la oración son la primera manifestación musical de los árabes. Bajo el influjo de la cultura india y persa, la música comienza a ser considerada como una expresión sublime capaz de elevar el alma al estado de éxtasis. Es estudiada como una rama de la filosofía y las matemáticas. Se traducen y se estudian los textos de los filósofos griegos y alejandrinos. Se explora la ciencia de la acústica enriqueciendo así los parámetros de su teoría musical. La tecnología es aplicada en el diseño de los instrumentos musicales propiciando una notable mejoría de los ya existentes e incorporando novedades. Se cultiva la práctica instrumental con instrumentos de cuerda, viento y percusión y también el canto y la danza. La multiculturalidad propicia una riqueza de estilos e influencias que aun en la actualidad define la esencia y la identidad de pueblos como Persia, Turquía, Pakistán, Al-Andalus, Egipto, el norte de África, el cuerno de África y los Balcanes.

Se estima que los orígenes de la música andalusí se remontan al siglo IX en tiempos del califato de Córdoba. La figura de Ziriab habría ejercido una gran influencia en sus comienzos. Este habilidoso músico venido desde Persia se convierte en un personaje influente de la alta

sociedad árabe marcando la pauta en cuestiones de estética, indumentaria, gastronomía y música. Incorpora una quinta cuerda al laúd y se considera que funda el primer conservatorio musical en Europa. Según García Gómez, con Ziriab llegan a Hispania las melodías orientales de origen greco-persa que dan lugar a gran parte de las músicas populares en la península.

En el siglo X, la ciudad de Córdoba es la más poblada de Europa a excepción de Constantinopla y un enclave económico y cultural privilegiado en su tiempo. Actualmente la música andalusí se asocia al folclore tradicional de Marruecos, Argelia, tunez, Libia..

En el s. XIII el Imperio Mongol de Genghis Khan pone fin al monopolio islámico del comercio mundial. En solo 100 años se expande sanguinariamente por el continente asiático llegando a unificar el Pacífico con el este de Europa bajo su dominio. Invaden desde la China hasta la actual Polonia. El asalto a Bagdad supone el final de 500 años de esplendor cultural en la ciudad. Finalmente los Mamelucos egipcios logran detener su avance y con el tiempo el Imperio Mongol termina por fragmentarse. De la música tradicional de la actual Mongolia cabe destacar el canto difónico que permite a un solo cantante hacer dos voces a la vez a través de una técnica con la que genera melodías con los armónicos naturales de la voz.

La ocupación islámica en la India en el s. XIII-XIV genera una fuerte influencia cultural en el norte del subcontinente. Este fenómeno es considerado como impulsor del estilo musical indostaní propio del norte de la India, que contrasta aun hoy en día con la música carnática tradicional del sur.

También en el África subsahariana ejerce el mundo islámico una importante influencia. La ciudad de Tombuctú en el imperio de Mali se convierte durante los siglos XV-XVI en centro espiritual de conocimiento y difusión de la cultura.

La civilización china también atraviesa un momento de gran esplendor con la dinastía Tang en el siglo VIII. La capital Chang´an (actual Xian) es la ciudad más poblada del mundo en su tiempo. El contacto con India y Oriente Medio impulsa la creatividad y da lugar al florecimiento de las artes. La imprenta de bloques *(muy anterior a la de Gutenberg)* facilita la difusión del conocimiento. El budismo es adoptado por la familia imperial y se convierte en parte esencial de la propia cultura china.

Las influencias chinas, manchures y koreanas conforman los tres estilos básicos del Gagaku, considerado como la música clásica de la cultura japonesa. La práctica del Gagaku comienza en el siglo VII y se desarrolla de forma casi ininterrumpida hasta nuestros días constituyendo una reconocida influencia en las músicas de vanguardia del siglo XX.

Edad Media es un término empleado para situar la historia de Europa occidental como tiempo intermedio comprendido entre las civilizaciones de la antigüedad y la hegemonía europea en su Edad Moderna. El desarrollo tecnológico y cultural alcanzado en el lejano oriente y en el mundo islámico pone en evidencia la validez del término para referirnos a este periodo en la historia del mundo. Así mismo, en el continente americano se encuentran contemporáneamente los imperios Maya, Azteca e Inca en pleno desarrollo y el África negra atraviesa su "Era de los Imperios" (s. IX-XVI).

Los casi ocho siglos de ocupación musulmana en la península ibérica y las cruzadas en tierra santa dejan un legado en la cultura europea muy evidente en términos musicales. Aún hoy en día la música tradicional de Andalucía conserva la esencia de Al-Andalus. Las Cántigas de Alfonso X presentan la forma de origen árabe "Zéjel". También la música de los trovadores

franceses e italianos contiene un claro influjo musulmán. Es más que probable que el fenómeno de la trova europea sea una herencia cultural importada del mundo árabe, como sostienen Raúl Menéndez Pidal o Meg Bogin entre otros autores. Muchos de los instrumentos musicales que aparecen en los grabados tienen su origen en el mundo islámico. Prueba inequívoca de ello es la etimología de sus propios nombres.

Meninski en el s. XVII y Alexandre de Laborde en el XVIII sugieren en sus escritos el posible origen árabe de la nomenclatura musical en el solfeo europeo. Los escritos de Al-mamún y Al-mausili en el siglo IX utilizan un sistema de notación musical basado en las letras del alfabeto árabe denominado Durr-i-Mufassal (Perlas separadas). Las notas en este sistema son nombradas de la siguiente manera*: "min, fa, sad, lam, sin, dal, ra".* Aunque la visión occidental más extendida sostiene otra versión. Pablo el Diácono compone en el s. VIII durante el renacimiento Carolingio el himno a Juan bautista, en el que emplea los nombres de notas musicales en la letra inicial de cada verso a excepción de la primera. ("ut, re, mi, fa, sol, la, si"). Posteriormente, en el siglo XI Guido d´Arezzo populariza el himno a Juan bautista en su metodología didáctica.

Finalizando el Medievo, el acceso a la Ruta de la Seda y el contacto con el Islam suponen para Europa un importantísimo enriquecimiento cultural que precede e impulsa su periodo renacentista.

4. EDAD MODERNA

En 1453 los otomanos ocupan la ciudad de Constantinopla poniendo así fin a más de mil años de Imperio Bizantino. Se establece aquí la nueva capital del Imperio Turco que pasa a ser conocida como Estambul. Este acontecimiento es considerado por muchos historiadores como el comienzo de la Edad Moderna por la importancia de las consecuencias desencadenadas.

En origen los turcos eran un conjunto de tribus nómadas procedentes de las estepas del Asia central. Durante los siglos IX y X abandonan el tengrianismo para convertirse al Islam al entrar en contacto con los pueblos del Medio Oriente. Integran en su cultura elementos de los territorios ocupados y también influencias de las culturas con las que conviven más allá de sus fronteras. Influencias persas y también europeas. La música clásica otomana es un emblema de la identidad turca. Contiene elementos propios del mundo árabe, pero también del bizantino, zíngaro y centroasiático.

La expansión turca alcanza su máximo apogeo en los siglos XVI y XVII con la ocupación de la península de Anatolia, norte de África, Oriente Medio, la costa del Mar Rojo, los Balcanes y la región del Caucaso. Llegan a asediar la ciudad de Viena y suponen una seria amenaza para las posesiones de la corona española en el Mediterráneo. Sin embargo son numerosos los frentes abiertos y sus enemigos en un periodo de la historia caracterizado por la competitividad entre grandes imperios.

Al este surge el enfrentamiento con el Imperio persa por cuestiones estratégicas y religiosas. Además del dominio de la rutas comerciales surgen las diferencias propias entre dos visiones diferentes de entender el Islam.

Al norte el principado ruso se auto-proclama como heredero del Imperio Romano oriental tras la caída de Bizancio. La identidad rusa se gesta durante el Medievo entre los pueblos eslavos de las estepas que adoptan el cristianismo ortodoxo como dogma. Durante los siglos XV y XVI recuperan los territorios perdidos en la sanguinaria avanzada de los mongoles y se consolidan como nación intercontinental a caballo entre Asia y Europa, situación estratégica de la que sabrán obtener beneficio comercial abriendo la ruta siberiana como alternativa a la ruta de la seda.

Bajo el liderazgo de Babur, soldados de procedencia mongola, turca, persa y afgana invaden la India a principios del s. XVI y establecen allí el Imperio Mogol. Islam, hinduismo y otras religiones conviven durante este periodo que da lugar a un tiempo de expansión económica y cultural en el s. XVII. El Taj Mahal es el símbolo arquitectónico de esta ostentosa monarquía que integra elementos hinduistas, islámicos, persas y franceses. El influjo persa deja una importante huella en la música clásica hindú durante este periodo. La ocupación inglesa en el s.XIX pone fin al Imperio Mogol.

En el lejano Oriente, tras la dinastía Yuan establecida en China con la ocupación mongola, la dinastía Ming logra hacerse con el poder después de organizar una revuelta en el s. XIV. Centralizan el poder y recuperan las antiguas tradiciones chinas protegiendo el confucionismo. En el s. XV refuerzan y amplían la Gran Muralla China para protegerse de los mongoles y los manchures. Se vuelcan en el comercio marítimo con occidente para evitar los peligros de las rutas terrestres en Asia Central. Extienden y afianzan su influencia por Indochina y el Índico y alcanzan en sus expediciones las costas de la India, Java, península arábiga y el cuerno de

África. Sin embargo en el s. XVI habrán de enfrentarse a nuevos problemas ante los saqueos de la piratería japonesa y la llegada de los portugueses a las costas indonesias. Finalmente los ataques desde Manchuria al noreste provocan la caída de la dinastía Ming y la instauración de la dinastía Manchú, también conocida como dinastía Quing.

Las guerras, las malas cosechas y principalmente la peste negra originan una fuerte crisis demográfica en Europa durante el s. XIV. Se estima que el número de habitantes disminuye en un tercio durante este siglo. La recuperación económica se produce a lo largo del s. XV desencadenando una serie de cambios que darán lugar a un nuevo orden social.

La caída de Bizancio y la expansión turca en el Mediterráneo oriental impulsan la necesidad europea de trazar rutas alternativas para comerciar con los países orientales. Los avances tecnológicos del momento en el ámbito de la navegación permiten a los marineros aventurarse en largas travesías hacia lo desconocido. Tras la conquista cristiana de la península ibérica, la ruta portuguesa logra alcanzar la India e Indonesia rodeando el continente africano. La corona española apuesta por buscar una ruta por el oeste confiando en la aún no constatada redondez del mundo. En su travesía topan con el continente americano e inician inmediatamente su explotación. En menos de medio siglo el mar Caribe se convierte en una prolongación de las rutas comerciales del Mediterráneo y en el punto de partida desde donde avanzan todas las expediciones colonizadoras de la corona española. Las consecuencias para la población nativa del continente americano son determinantes, su modo de vida se verá profundamente alterado. Las enfermedades transmitidas por los colonizadores europeos y la sobre-explotación en condiciones de esclavitud diezman las poblaciones en muchos casos.

Las toneladas de oro y plata y los nuevos productos agrícolas importados del continente americano conducen a una transformación económica, social y política en Europa que dará lugar a la consolidación del capitalismo colonialista. La sociedad europea sufre grandes cambios con la llegada de la denominada Edad Moderna. Los estamentos feudales del Medievo experimentan una lenta transformación hacia la sociedad de clases con la ascensión económica de la burguesía. El concepto de "trabajo asalariado" es progresivamente establecido entre un incipiente proletariado que comienza a aglutinarse en los aledaños de las ciudades.

Los nuevos modelos de producción tienden a la industrialización. La figura del artesano y los gremios irán paulatinamente desapareciendo ante la imposibilidad de competir con las nuevas corporaciones. Se consolidan también los primeros grandes bancos europeos y el sistema de crédito bancario para la financiación de empresas y proyectos bélicos. La figura del monarca autoritario elegido por derecho divino encarna la representación del nuevo Estado aglutinando todo el poder político y religioso.

A pesar de las nuevas fuentes de riqueza, durante el s. XVI las desigualdades económicas se ven acrecentadas con el aumento de los precios y el fuerte descenso de los salarios. El empobrecimiento de la clase trabajadora supone una pérdida en su calidad de vida. El salario real pierde dos tercios de su capacidad de compra y no recuperará el nivel alcanzado durante el siglo XV hasta el XIX.

Las monarquías europeas inician una feroz competición por el poder con la ambición de consolidar un vasto imperio que se extienda por todo el mundo. Las guerras se suceden dentro y fuera del continente europeo. En el s. XVII Inglaterra y Francia se lanzan a la explotación del norte de América y junto con Holanda desplazan paulatinamente a Portugal en la ruta de las Indias.

Hasta el s. XIX las potencias europeas no serán capaces de adentrarse en el continente africano (a pesar de reiterados intentos). Inicialmente los Portugueses se establecen en las costas del continente para hacer escala en sus travesías hacia la India y las islas asiáticas. Pero la trata de esclavos negros alcanza niveles desconmensurados entre los siglos XVI-XIX.

La captura de esclavos africanos ya venía siendo practicada en el mundo islámico a través del Sahara, el Mar Rojo, o las costas orientales del continente. Se estima que durante los siglos IX-XIX entre 11 y 18 millones de personas son esclavizadas por los mahometanos.

La alta mortalidad entre los indígenas americanos provoca la escasez de mano de obra en las colonias. Miles de barcos repletos de mercancía humana en deplorables condiciones son fletados desde las costas africanas hacia América para realizar trabajos forzados en las minas o en los campos de azúcar, algodón, tabaco o café. Un alto porcentaje de personas no lograba sobrevivir durante el trayecto. Los barcos zarpaban desde los puertos europeos cargados con mercancías manufacturadas que cambiaban por esclavos en los puertos africanos. En las costas americanas vendían a los esclavos y zarpaban de vuelta cargados con productos americanos para vender en Europa. Entre 10 y 15 millones de esclavos serán conducidos a América desde finales del XVI hasta el XIX. La alta mortalidad en los desplazamientos multiplica aún más el efecto devastador de este éxodo forzoso. Algunas estimaciones establecen tres víctimas mortales por cada esclavo llegado a América.

El tráfico de esclavos provoca una dramática transformación de las sociedades del continente africano. Los europeos no logran adentrarse, por lo que realizan intercambios con africanos predadores que capturan esclavos del interior para venderlos en la costa a cambio de mercancías manufacturadas, en muchas ocasiones armas de fuego para capturar más esclavos. Esto conduce a una militarización exacerbada y violenta de consecuencias devastadoras que desestructura por completo sociedades basadas anteriormente en la agricultura y la ganadería.

Los cambios políticos y económicos producidos en Europa se suceden en paralelo a nuevos paradigmas de pensamiento. El Renacimiento se inicia en Italia en la segunda mitad del s. XV. Como consecuencia de la inmigración bizantina tras la caída de Constantinopla se produce un resurgimiento de la tradición clásica. Los textos greco-romanos son tomados como referencia y hay una tendencia en las artes a la imitación de los estilos de la antigüedad. El estudio de la filosofía y la ciencia impulsa el humanismo característico de este periodo. La observación de la naturaleza y el ingenio experimental dan lugar a nuevas formas más racionales de acercarse a la realidad. La imprenta de Gutenberg supone una auténtica revolución en la transmisión del conocimiento, como resultado los avances científicos no tardan en llegar.

El sistema de numeración indoarábigo es absorbido por la cultura europea y el asombroso desarrollo matemático que tiene lugar sirve de base para el avance de la física y las demás ciencias. También es destacable el impulso que supone la astronomía árabe de Alfarganí, Alzarcalí o Albatani entre los astrónomos europeos que logran grandes avances. Copérnico postula el modelo heliocéntrico que terminará por consolidarse con los cálculos y las observaciones de Kepler y Galileo. La invención del telescopio permite ampliar la visión y la información acerca de los planetas y el universo. Kepler, convencido de que las órbitas de los planetas guardan relación directa con las relaciones de los intervalos musicales en la afinación pitagórica, queda decepcionado al comprobar que la idea platónica de la "Armonía de las Esferas" no se cumple tal y como él intuía, aunque al mismo tiempo descubre que las órbitas planetarias son en realidad de tipo elíptico.

En medicina el estudio de la anatomía humana alcanza también un gran desarrollo con los estudios de Vesalio, Servet, o Harvey entre otros. Los avances fruto del estudio metódico y empírico se suceden en todos los ámbitos científicos. Botánica, zoología, química, etc.

Esta nueva visión de la realidad entra en conflicto con el dogma religioso de una institución eclesiástica desgastada por la corrupción. Como consecuencia Europa atraviesa diferentes crisis de fe y surgen las escisiones. El protestantismo luterano, el calvinismo y el anglicanismo aparecen con la intención de reformar la iglesia cristiana. La iglesia apostólica-romana iniciará con posterioridad su proceso de contra-reforma para fortalecer y restaurar su institución ante la amenaza de las nuevas iglesias.

Otro aspecto oscuro que enturbia la imagen de progreso social y humanismo característico de este periodo son los horribles crímenes cometidos en la caza de brujas. Se estima que entre los siglos XV-XVIII cientos de miles de mujeres son torturadas y quemadas en la hoguera acusadas de practicar magia negra o adorar al diablo. Según Silvia Federichi eran demonizadas por teólogos y juristas y condenadas en tribunales estatales. Las acusaciones por infanticidio son muy comunes en los registros de los juzgados. El uso de anticonceptivos naturales o hierbas abortivas es castigado con la muerte. Era frecuente que las mujeres encabezaran sublevaciones y movimientos de protesta. La dificultad de acceder a un trabajo asalariado y la privatización de los espacios comunes condena a la pobreza extrema a muchas mujeres que en otros tiempos habrían podido desarrollar todo tipo de oficios en los gremios. La quema brujas también se realizó en las colonias americanas entre las mujeres indígenas y afroamericanas. La función social de la mujer se ve en gran medida condicionada al matrimonio y la procreación, o al celibato y la prostitución como posibles alternativas.

La historia moderna de las mujeres ha permanecido oculta y silenciada durante siglos. Sin embargo hoy sabemos que a pesar de haber sido discriminadas han desarrollado papeles cruciales en el desarrollo de los acontecimientos. La política de alianzas matrimoniales en la monarquía y la nobleza confiere un importante rol diplomático a las mujeres en las altas esferas, que ejercerán el poder político en ocasiones desde la sombra. Las mujeres son imprescindibles en la corte para que se produzca la línea sucesoria de una dinastía. El séquito de la reina habitualmente estaba también formado por mujeres. Son numerosos los casos de espionaje en los cuales espías femeninas cumplen un papel determinante.

La producción literaria entre las mujeres religiosas es muy prolífica y extensa. Algunas de estas obras pudieron ser publicadas en su día bajo un seudónimo masculino, aunque la mayoría de ellas han permanecido ocultas en las bibliotecas de los conventos. La influencia de algunas abadesas que ejercieron como consejeras políticas es también destacable.

El trabajo no remunerado que han desarrollado las mujeres durante siglos supone el eje vertebrador de la estructura familiar en los hogares de campesinos y obreros. Las tareas de crianza y mantenimiento del hogar constituyen el núcleo básico de la unidad familiar. De manera habitual esta actividad ha sido compaginada con otras tareas adicionales (trabajos agrícolas, textiles, mineros, al servicio de otras familias, etc…)

Incluso en la guerra la presencia de las mujeres ha jugado un papel importante. En algunos casos como guerreras y en otros como acompañantes en la retaguardia al servicio de los soldados. Tanto en el ámbito científico como en el artístico son numerosos los casos en los cuales trabajos realizados por mujeres fueron firmados por sus maridos. Otras muchas han utilizado seudónimos masculinos en sus obras. A pesar de la discriminación son numerosas las que han destacado en todos los campos: Política, pintura, literatura, música, ciencia..

Maddalena Casulana está considerada como la primera compositora que logra ver su música impresa y publicada en el siglo XVI. En la dedicatoria de su primer libro de madrigales hace un alegato a la validez de las mujeres para las artes y la actividad intelectual.

En el s.XV marcan la pauta musical la Escuela Inglesa y la Escuela de Borgoña durante la primera mitad de siglo, y la Escuela Francoflamenca en la segunda. Los intervalos de tercera y sus inversiones de sexta comienzan a ser entendidos y utilizados como sonidos consonantes para la resolución de las voces en la polifonía vocal, que puede ser de tipo religioso o de tipo profano. Con el desarrollo del contrapunto las voces se mueven con independencia evitando las melodías paralelas por intervalos de octava o quinta en favor de los paralelismos de tercera y sexta. Se generan de este modo texturas polifónicas de carácter imitativo con el movimiento de entre tres a seis voces. Se utilizan los diferentes modos eclesiásticos como eje en la composición.

El periodo renacentista se caracteriza no solo por la música vocal, también por un importante desarrollo de la música instrumental, que comienza a gozar de una buena consideración social en Occidente. Para imitar la tesitura de las diferentes voces de los conjuntos vocales y realizar polifonía instrumental, se construyen instrumentos de diferente tamaño. Los "consorts" eran formaciones homogéneas de un mismo instrumento diseñados con este propósito. Se crean así flautas de pico alto, tenor, soprano y bajo, violas de gamba y fídulas (antecesores de los actuales violín, viola, chelo y contrabajo). Se realiza el mismo procedimiento con instrumentos de viento metal (sacabuches) y viento madera (chirimías.)

Según el contexto social se consideraban más apropiados unos consorts frente a otros. Así el uso de cuerda frotada comienza a ser del gusto de la aristocracia y la burguesía para la amenización de sus veladas domésticas, y las bandas de viento madera tienen cabida en la iglesia o en actos civiles.

Se utiliza el repertorio de la música vocal para los conjuntos instrumentales, pero se conceden espacios a los intérpretes para la improvisación. La música instrumental adquiere también importancia en el acompañamiento de la danza.

Otros instrumentos propios del Renacimiento son el laúd, el arpa o la vihuela, instrumentos de cuerda pulsada que adquieren gran desarrollo. En la música ibérica destaca el uso de la vihuela y posteriormente la guitarra (por extensión también en la música latinoamericana.) Una amplia variedad de instrumentos propios de la música peninsular y latinoamericana (timple, charango, guitarrón, tres cubano, guitarra portuguesa..) tienen su origen en los diferentes prototipos desarrollados durante los siglos XV-XVIII.

La notación musical continua la evolución iniciada durante el Ars Nova para la escritura contrapuntística de las voces, aunque también se idean sistemas de tablatura alternativos para los diferentes instrumentos musicales.

El contrapunto renacentista va dando paso progresivamente a un sistema tonal bimodal basado en la utilización jerárquica y cadencial de los modos. Se consolida paulatinamente el concepto de tonalidad mayor y menor y la noción de acorde. Bartolomé Ramos de Pareja, Francisco de Salinas y Gioseffo Zarlino entre otros son músicos compositores del Renacimiento que además teorizan en torno a cuestiones de afinación, naturaleza sonora y modelo musical.

Ramos de Pareja observa en la segunda mitad del s. XV la posibilidad de simplificar las proporciones de los intervalos de tercera y sexta a fracciones perfectas en la longitud de una cuerda (tercera mayor=4/5, tercera menor=5/6, sexta mayor=3/5, sexta menor=5/8). Estos intervalos son utilizados en su tiempo como consonantes en las composiciones musicales junto con las octavas, quintas y cuartas establecidas durante el Medievo por la visión pitagórica, pero aun es necesario justificar su naturaleza teórica. Las ideas de este músico nacido en Baeza (Jaen) ofrece una visión muy avanzada en su tiempo. Solamente se ha conservado su tratado " de Música práctica", pero este es de gran importancia por la influencia que ejerce, fundamentalmente en Italia.

Los tratados de Zarlino constituyen una auténtica aclaración sistemática de la música del s. XVI con una tendencia cada vez mayor hacia la consolidación de la llamada "práctica común" que se mantiene en vigor durante todo el Barroco, el Clasicismo y los comienzos del Romanticismo. Encontramos en sus diferentes publicaciones análisis de los diferentes modos y justificaciones sobre la selección del modo jónico como el más adecuado para las composiciones mayores. También encontramos reflexiones acerca de la naturaleza de la triada mayor y menor. La extensa obra de Zarlino está repleta de alusiones filosóficas en torno a la visión Boeciana, la Grecia clásica y la naturaleza del número, pero su importancia es fundamentalmente la influencia y el marco teórico que establece entre los precursores del periodo Barroco en la consolidación de la llamada "música tonal".

A finales del s. XVI surge en Florencia la ópera. La Camerata Florentina era un grupo de humanistas y artistas de la alta sociedad unidos bajo el patrocinio del conde Giovanni de Bardi. En sus reuniones plantean la necesidad de recuperar el estilo y las formas de la antigua Grecia. Critican el exceso de polifonía de la música renacentista por considerar que no se entiende el mensaje del texto. Sostenían la idea de que el teatro griego se recitaba cantado con acompañamiento instrumental. Durante el siglo XVII la ópera italiana se consolida como el gran espectáculo de la época en Europa. Además, la monodia acompañada y el bajo continuo definen la estética del barroco temprano. Una melodía principal destaca sobre las demás voces que cumplen la función de acompañar y realzar a la voz principal.

La ópera da lugar a la formación de las primeras orquestas, con predominio de la cuerda frotada sobre los demás instrumentos. La orquesta barroca antecede a la creación de la orquesta sinfónica del Clasicismo. En oposición a la uniformidad propia del Renacimiento, durante el periodo barroco se busca el contraste entre los diferentes instrumentos y el coro, o entre solista y orquesta para generar efectos de cambio y una mayor riqueza tímbrica.

Las innovaciones técnicas revolucionan la construcción de los instrumentos musicales. Son múltiples las novedades incorporadas en los cordófonos y aerófonos que dan lugar a diferentes prototipos de los instrumentos orquestales tal y como los conocemos hoy. La gran variedad de instrumentos de teclado con mecanismo de cuerda percutida son también fruto de la experimentación del periodo barroco.

El lenguaje instrumental comienza a diferenciarse del vocal y se desarrolla un lenguaje idiomático exclusivo para cada instrumento. Se continúa cediendo espacio a los instrumentistas para la improvisación. El bajo continuo referencia la armonía empleada en una pieza con una numeración junto a la línea de bajo que ejecuta algún instrumento grave (fagot, viola de gamba, por ejemplo). Se concede la licencia a los instrumentos armónicos (teclado, arpa o guitarra barroca) de realizar el acompañamiento libremente. La música instrumental goza cada vez de una mejor consideración social y por fin se equipara su valor con respecto a la música vocal.

También se amplían los estilos musicales y se definen diferencias estilísticas entre los diferentes países europeos. La música barroca adquiere un desarrollo importante sobre todo en Italia, Francia y Alemania.

El barroco tardío de finales del XVII y principios del XVIII se caracteriza por la consolidación de las fórmulas tonales (movimientos de acordes por círculo de cuartas, cadencias estandarizadas..) y por el uso de los recursos concertísticos (contraste entre tutti y solo, bajos con marcados ostinatos rítmicos, etc..)

Entre algunos de los compositores característicos del periodo barroco cabe mencionar a Monteverdi, Scarlatti, Vivaldi, Albinoni en Italia, Purcell y Händel en Inglaterra, Lully y Rameau en Francia, Pachebel, Telleman, y sobretodo J.S. Bach en Alemania (considerado como uno de los imprescindibles de la historia de la música).También en España y Latinoamérica se cultiva la música barroca.

En el ámbito teórico-musical, Jean-Phillipphe Rameau retoma las cuestiones trabajadas por Zarlino y otros autores en la publicación de su *"Tratado de Armonía reducido a sus principios naturales"* (1722). En esta obra describe la práctica musical de su tiempo, las nociones de bajo fundamental, inversión de acordes, funciones tonales, etc. Los trabajos científicos en torno a la descripción del fenómeno de los armónicos naturales realizado por Joseph Sauveaur impulsan a Rameau en la publicación de un segundo tratado complementario *"La Generación Armónica"*.

Rameau encuentra así una justificación lógica para la defensa de la perfección del sistema tonal desde una perspectiva sustentada por la física acústica. Los intervalos de la triada mayor (tercera mayor, quinta justa) aparecen en la serie armónica como armónicos fundamentales, de manera que la consonancia de esta triada se explica por estar contenidos intrínsecamente en el timbre acompañando a la frecuencia fundamental. La naturaleza de la triada menor puede igualmente explicarse al realizar la serie armónica de forma invertida. Los intervalos complementarios obtenidos al invertir la serie armónica dan como resultado la triada menor entre los primeros intervalos de la serie invertida.

El periodo barroco se desarrolla en el marco de la Contrarreforma católica frente al lutenarismo y el calvinismo, que encuentran en la música un medio propagandístico para elevar la magnificencia de sus iglesias. También la nobleza patrocina a los músicos y compositores para hacer alarde de su poderío económico. La música se ha consolidado ya como un elemento indispensable para actos públicos de cualquier índole.

En el s. XVI las mujeres tienen prohibido actuar en representaciones teatrales por edicto del Papa Paulo IV. Hombres vestidos de mujeres desempeñaban los papeles femeninos y se recurre a la voz de los castrati para las tesituras de soprano en el coro. Los castrati alcanzaron gran popularidad durante los siglos XVII y XVIII. Durante las décadas de 1720 y 1730 unos 4000 niños al año eran castrados. En muchos casos venían de familias humildes y eran traídos por sus padres con la esperanza de que triunfaran para salir de la pobreza.

La afinación pitagórica por quintas naturales, el sistema mesotónico de Aristógenes y la afinación por terceras de Ptolomeo son el punto de partida desde el cual se desarrollan la gran variedad de temperamentos propios del Renacimiento y el Barroco. Destacan las aportaciones de Bartolomé Ramos de Pareja, Francisco de Salinas y Gioseffo Zarlino entre otros. La evolución de las nuevas teorías musicales plantea una amplia problemática para la afinación de los instrumentos fruto de las incompatibilidades existentes entre octavas, quintas y terceras naturales. El uso de trastes en los instrumentos de cuerda y el teclado empleado en la

construcción de órganos de iglesia y en los clavecines y clavicordios impulsan la necesidad de crear un modelo con doce sonidos válido para tocar en todas las tonalidades. La espiral de quintas naturales produce un intervalo estridente denominado “quinta del lobo” entre el primer sonido y el número doce de la serie. El temperamento igual surge con la idea de corregir este desajuste bajando ligeramente la afinación de las quintas para obtener un modelo circular.

Las primeras aproximaciones se atribuyen en Europa a Ramos de Pareja a finales del s. XV o principios del XVI. También a Giacomo Gorzanis en la segunda mitad del XVI. Es común entre los laudistas del XVI la composición a partir de cada una de las doce notas de la escala cromática, aunque solía ser necesario hacer algunas modificaciones en la afinación. Esta práctica está presente en Vicenzo Galilei o en los laudistas Francesco Spinacino y John Wilson entre otros.

Sin embargo, esta preocupación no es exclusiva de la cultura occidental. Aparece también de manera paralela en China. De hecho, parece quedar demostrado que el sistema diseñado y publicado en 1584 por el músico y matemático Zhu Zaiyu es el más preciso de su tiempo anticipándose en más de un siglo al cálculo del físico flamenco Simon Stevin. Multiplicando una frecuencia por la raíz duodécima de dos se consigue el valor relativo a un semitono temperado.

Este sistema contará con numerosos detractores que lo considerarán como una aberración musical por las desventajas que presenta con respecto a otros sistemas de afinación. Las terceras temperadas quedan muy altas de afinación con respecto a las naturales y las quintas pierden consonancia. También se pierde expresividad musical al homogeneizar los sonidos enarmónicos. Sin embargo permite transportar y tocar en todas las tonalidades con una afinación estable.

En la primera mitad del s. XVIII J.S.Bach compone “El clave bien temperado”. Esta obra consta de dos volúmenes, cada uno de ellos contiene 24 grupos de preludio y fuga en todas las tonalidades mayores y menores. Existe cierta polémica acerca del temperamento original utilizado por Bach, pues eran numerosos los temperamentos mesotónicos circulares empleados en la época. Bach no deja anotaciones claras sobre el temperamento empleado en esta ni en sus otras obras.

La física acústica adquiere gran desarrollo durante el periodo de la Edad Moderna repercutiendo en la construcción de los instrumentos musicales, en el diseño arquitectónico de los espacios y también en el enfoque de las teorías musicales. Leonardo da Vinci describe el fenómeno de la propagación de las ondas sonoras por el aire comparándolas con las ondas que provoca una piedra al caer en el agua. Postula que en ambos casos las ondas responden a una única ley mecánica. Da Vinci estudia también la reverberación y hace referencias acerca del fenómeno de la resonancia por simpatía de los cuerpos afinados en una misma nota. La labor científica de Galileo y Mersenne en el ámbito acústico supone un importantísimo impulso en estas cuestiones y también en el estudio de las leyes de la cuerda vibrante que relacionan la longitud, la tensión, el grosor y la densidad de una cuerda con la altura del sonido resultante.

Es a partir de Joseph Sauveur que se habla de sonido en términos de frecuencia. Introduce el concepto de nodo y explica física y matemáticamente las vibraciones acústicas. Sus estudios sobre el fenómeno de los armónicos naturales inspiran a Rameau en la redacción de su tratado musical "La Generación Armónica". Johann Bernoulli estudia el comportamiento de las vibraciones acústicas en tubos abiertos y cerrados…

Con las Leyes de Newton y el cálculo infinitesimal llega la gran revolución de la física mecánica. Se determina la velocidad del sonido en el aire y en diferentes sólidos y se alcanza una gran precisión en los cálculos matemáticos.

En el s. XVIII y a principios del XIX el "problema de la cuerda vibrante" suscita gran interés entre los físicos del momento. Brook Taylor inicia el desafío al cuestionarse el movimiento pendular de un punto cualquiera en la cuerda al vibrar. El comportamiento sinusoidal de la frecuencia fundamental se ve alterada por las frecuencias proporcionales de la serie armónica que también están presentes en el movimiento de la cuerda. La cuestión es cómo se mueve la cuerda para definir todas estas vibraciones al mismo tiempo. Los cálculos y las demostraciones de D'Alembert, Daniel Bernoulli, Euler, Fourier y Dirichlet terminan por constatar que la cuerda vibra acumulando una suma ponderada de armónicos conocida como "Serie de Fourier". Los coeficientes de la serie varían en función de la intensidad con la que vibran los diferentes armónicos determinando el timbre de un instrumento.

Curiosamente la serie de Fourier forma parte de publicaciones que realiza su autor acerca de la transmisión del calor en sólidos y no sobre acústica. Fourier conocía los estudios previos de D'Alembert, Bernoulli y Euler sobre la cuestión de la cuerda vibrante y termina por encontrar la respuesta al comportamiento sinusoidal interferido de las ondas en su estudio termodinámico. Posteriormente Dirichlet refuerza la base y el fundamento matemático de la teoría con una mayor precisión. Las aplicaciones de la serie de Fourier son actualmente múltiples en cuestiones de acústica, óptica, ingeniería electrónica y telecomunicaciones para el procesamiento de señales, compresión y transmisión de datos, sistemas inalámbricos, también en estudios de física cuántica.

Son también destacables las aportaciones del físico alemán Erns Chladni, conocido por sus estudios sobre vibración y cálculos de la velocidad de propagación del sonido en diferentes gases y por sus teorías acerca del origen extraterrestre de los meteoritos. Chladni desarrolla sus investigaciones entre la segunda mitad del s. XVIII y comienzos del XIX. Uno de sus trabajos más interesantes son las denominadas *"figuras de Chladni"* , un estudio de los dibujos geométricos que forma una sustancia granulosa como la sal o la arena sobre una placa de metal sometida a vibraciones en diferentes frecuencias.

El siglo XVIII es conocido como el *"siglo de las luces"* por la mentalidad racionalista imperante entre los intelectuales de la época. La Ilustración francesa surge con el impulso de divulgar el conocimiento para combatir la ignorancia y la tiranía en busca de una sociedad más evolucionada. La publicación de la enciclopedia sintetiza de forma resumida y fácil de entender los avances de la ciencia en todas sus disciplinas. En el ámbito estético-artístico es el Neoclasicismo la tendencia asociada, una nueva retrospectiva de la cultura greco-romana.

El clasicismo musical de la segunda mitad del XVIII se caracteriza por la simplificación de las estructuras musicales y la claridad de los motivos melódicos con un acompañamiento armónico funcional, sobrio y moderado. El bajo cifrado cae en desuso y se configura la orquesta sinfónica. Mozart y Haydn son los compositores más destacados de este periodo.

Los ideales de la Ilustración sirven como contexto ideológico en la transformación socio-económica que originará entre otras consecuencias la independencia de los Estados Unidos de Norteamérica y la Revolución Francesa, acontecimientos que dan lugar al comienzo de la denominada "Edad Contemporánea".

5. EDAD CONTEMPORÁNEA

Las fuertes cargas tributarias que establece la corona inglesa sobre sus colonias americanas provoca la indignación de la burguesía y el comienzo de la guerra de independencia. En 1789 entra en vigor la constitución norteamericana y Washington es elegido como primer presidente. Esta constitución se basa en el modelo parlamentario británico y en las ideas de Locke y Montesquieu (separación de los poderes ejecutivo, legislativo y judicial, sufragio censitario, etc..) Supondrá un ejemplo a seguir para los "patriotas" europeos e hispanoamericanos como modelo de democracia.

La crisis económica en Francia surge como consecuencia del excesivo gasto en la corte y la financiación de los proyectos bélicos. El descenso de los precios agrícolas empobrece al campesinado y la industrialización británica en el sector textil imposibilita la competencia. La política fiscal favorece a los privilegiados y agrava a los productores aumentando el descontento de la población hasta provocar la revuelta.

Entre los diferentes sectores de la población hay intereses enfrentados y la revolución pasa por diversas fases. Tras la guerra civil la monarquía es abolida y durante el "periodo del terror" miles de personas son encarceladas o asesinadas. Los sectores más radicales de la izquierda piden la abolición de la propiedad privada, pero finalmente la burguesía logra hacerse con el poder. Con la Convención Termidoriana el gobierno vuelve a las clases adineradas, que aprovechan la coyuntura para ampliar sus propiedades. La iglesia es la gran perjudicada en las expropiaciones que se realizan durante la revolución en Francia, pero la nobleza no desaparece y son aristócratas, alta burguesía y grandes propietarios agrícolas los beneficiados en la subasta. Los braceros campesinos continúan sin tierras y las desigualdades económicas definen el estatus de ciudadanía.

La eliminación de los privilegios de la nobleza y la unificación tributaria resumen los cambios del proceso revolucionario abriendo camino a la construcción de una nueva Europa con constituciones que limitan el poder de los soberanos, partidos políticos, elecciones, separación de poderes, periódicos, etc..

El siglo XIX da comienzo con la coronación de Napoleón. Su figura representa la contradicción de dos modelos políticos teóricamente opuestos. Emperador de la República francesa llamado a cumplir el cometido de expandir los ideales de la revolución por todo el continente europeo. Si bien sus actos son justificados por y para el pueblo, la concentración de poderes y la mínima tolerancia hacia la disidencia dan lugar a una nueva clase privilegiada que suministra y controla la prensa y la democracia haciendo uso del plebiscito y del principio de sufragio universal.

La ocupación francesa en España es aprovechada como momento de debilidad para iniciar las guerras de independencia hispanoamericanas. Los ideales de la Ilustración también habían fraguado entre los colonos latinoamericanos y el ejemplo de la independencia de los EEUU junto con el triunfo de la revolución francesa motivan el levantamiento ante un imperio español desgastado y en plena crisis. En la tercera década del s.XIX las últimas colonias que mantiene en América la corona española son Cuba y Puerto Rico.

En contraposición al racionalismo propio del s. XVIII, durante la primera mitad del XIX se desarrolla en Europa el Romanticismo como movimiento artístico e intelectual. Tras la caída del imperio napoleónico las viejas monarquías tratan de restaurar el orden del antiguo

régimen. Se valen de los valores de esta nueva corriente ideológica, aunque el sistema parlamentario acabará por extenderse igualmente por todo el continente. En busca de la ruptura con el espíritu racional y analítico propio de la Ilustración y del Clasicismo se ensalza la pasión ,el sentimiento, el espíritu aventurero y la fantasía. Se valora la creatividad y la originalidad por encima de la imitación y de los cánones establecidos. La figura del genio excéntrico y la libertad del individuo cobran protagonismo. El Romanticismo supone una mirada nostálgica hacia un pasado idealizado. Se anhela el retorno a un Medievo salvaje e indómito. El estudio de la tradición popular y de las lenguas romances son valoradas positivamente. La identificación con la cultura propia de cada región adquiere una dimensión patriótica, con lo cual el movimiento romántico supondrá un importantísimo impulso de los nacionalismos hasta sus últimas consecuencias.

Las características y los tiempos del movimiento romántico son variables en función de cada país y de las diferentes artes. Se inicia a finales del XVIII en Alemania e Inglaterra cuando el Clasicismo y el movimiento ilustrado se encuentran aun en la plenitud de su expansión. Sin embargo, a pesar de las peculiaridades que adquiere en cada lugar se propagará por toda Europa.

Beethoven es considerado como la transición del Clasicismo al Romanticismo musical. Su obra temprana se enmarca dentro del primer estilo mientras que las obras de su madurez serán un referente para Schubert, Berlioz, Wagner o Brahms. Así mismo, su figura solitaria y trágica con un rico mundo interior propio refleja a la perfección la figura del “artista” romántico.

La música es entendida como la más sublime de las artes porque es capaz de transmitir sentimientos y pasiones que van más allá de las palabras. Es capaz de evocar los más extraordinarios paisajes imaginarios y tiene la capacidad de conducir al oyente al extremo de la emoción. La música programática es utilizada para contar historias a través del sonido. Se extiende la duración de las sinfonías y la orquesta sinfónica es ampliada con más músicos e instrumentos para lograr un efecto más espectacular. Se introducen los instrumentos de percusión y se amplía la gama en la sección de vientos. La figura del virtuosista del instrumento y la del gran compositor adquieren protagonismo. Se busca impresionar y sorprender al gran público, por lo que se concede la licencia de innovar y explorar nuevas texturas y posibilidades armónicas. Se consolida la utilización del temperamento igual de doce sonidos en la afinación de pianos y otros instrumentos y el cromatismo comienza a ser un recurso habitual.

El Romanticismo tardío de la segunda mitad del XIX se define por la consolidación de los cambios sociales y políticos producidos a lo largo de este siglo. La progresiva industrialización supone una importante transformación en el modo de vida de la población. Se produce un éxodo rural masivo del campo a las ciudades. Los nuevos productos textiles y de uso doméstico manufacturados en las fábricas comienzan a ser de uso común entre la población acomodada.

Desde la perspectiva de la música, las novedades técnicas en la fabricación de instrumentos de la primera mitad de siglo se estandarizan (Instrumentos de viento con mecánica de válvulas y pianos de acción de doble escape, por ejemplo). Cabe destacar las aportaciones del constructor belga Adolphe Sax, que además de inventar el saxofón realiza importantes modificaciones en el diseño de fagots, clarinetes y en instrumentos de la familia de viento metal.

La apertura de conservatorios y escuelas de música propician un ambiente de calidad educativa y una infraestructura cultural favorable para la producción musical. Los

sentimientos nacionalistas fraguados durante la primera mitad del siglo se materializan políticamente con la unificación y la independencia de algunos países. (Unificación de Italia y de Alemania, independencia de Grecia y de los países latinoamericanos, etc..) Mientras que el estilo musical propio del Romanticismo se consolida como tradicional en los países centroeuropeos, se hace común integrar los elementos propios de cada folclore en la producción musical de cada país. Este fenómeno se conoce Nacionalismo musical y tiene lugar durante la segunda mitad del XIX y la primera del XX. Algunos ejemplos de compositores nacionalistas son Glinka, Musorsky y Rimski-Korsakov en Rusia, Dvorak en Chequia, Bela Bartok y Kodaly en Hungría, Chopin en Polonia, Gryeg en Noruega y Sibelius en Finlandia, Albeniz, Granados, Turina y Falla en España, Villalobos en Brasil... El fenómeno del nacionalismo musical se da también en México, Venezuela, Chile, Irlanda y Escocia, Estados Unidos...

Paralelamente en Francia se desarrolla a finales del XIX el Impresionismo. Primeramente como movimiento pictórico caracterizado por la búsqueda sutil de la insinuación de una forma a través de la luz y el color. Es un estilo vaporoso y difuminado que trata de ir más allá de la descripción formal y figurativa para captar la esencia emocional que emana de una imagen. Manet, Monet, Renoir o Degas son algunos de los pintores enmarcados en este estilo.

El Impresionismo musical trata de conseguir el mismo efecto que causan los pintores con sus lienzos pero a través de la música. Se caracteriza por la ambigüedad tonal, el exotismo y la exploración de nuevas texturas y armonías. El interés por las músicas orientales conduce a una nueva retrospectiva de la música modal. También la exploración de las características simétricas y geométricas del modelo de doce sonidos genera la posibilidad de crear nuevas escalas (Hexátona, octófona..) Los intervalos de sexta o cuarta son utilizados así como las extensiones de novena, oncena o trecena para construir acordes. Debussy, Satie y Ravel son compositores representativos del Impresionismo francés.

El Impresionismo y los Nacionalismos suponen una ruptura con las convenciones estructurales establecidas durante el clasicismo musical. El uso de escalas exóticas y simétricas, así como las amalgamas rítmicas típicas de la música tradicional junto con una mayor libertad en la exploración de nuevas posibilidades armónicas conducen al florecimiento de las nuevas vanguardias que tendrá lugar en el s. XX.

El discurrir sentimental y pasional de las artes no supone un impedimento para el desarrollo científico del XIX. El método científico desarrollado a lo largo de la Edad Moderna sigue su curso y los avances en el mundo del conocimiento continúan sucediéndose vertiginosamente en todas sus vertientes. El descubrimiento de la radiación infrarroja y los rayos X, la relación entre electricidad y magnetismo, el comportamiento ondulatorio de la luz o el desarrollo de la tabla periódica son algunos de los grandes hallazgos del siglo. Así mismo el estudio y la definición de un ecosistema como concepto, la meteorología como ciencia de Fitz Roy, la teoría de la evolución de las especies de Darwing, la genética de los guisantes de Mendel o el aislamiento del polonio radioactivo por Marie Curie.

El sistema de patentes agudiza el ingenio de los inventores especialmente en la segunda mitad de siglo. Faraday inventa el motor eléctrico y Baekeland el plástico. El desarrollo de la máquina fotográfica, la máquina de coser, el ascensor, la máquina de escribir, la bicicleta, el dirigible, el submarino, la avioneta o el cinematógrafo son algunos ejemplos de la inventiva del XIX.

En el ámbito de la acústica se alcanzan también significativos avances que tendrán gran repercusión en la forma de vida y en la manera de entender la música durante el siglo XX. En

1857 Léon-Scott patenta el "fonoautógrafo", un aparato capaz de captar de forma gráfica las ondulaciones de una onda de sonido. La máquina consiste en un cuerno que capta y amplifica el sonido concentrándolo en una membrana. La vibración de la membrana queda impresa en un cilindro giratorio a través de una cuerdecita que se mueve con la vibración de la membrana. No será posible reproducir con posterioridad la grabación de un sonido invirtiendo el proceso hasta la invención del "fonógrafo" de Edison (1877), que utiliza una aguja unida a la membrana para grabar en un cilindro de cera los sonidos. Pero el "gramófono" de Berliner (1887) caracterizado por utilizar un disco plano en lugar de un cilindro como soporte de grabación, terminará por ser el sistema estandarizado durante el siglo XX.

Destacan también las aportaciones de Graham Bell. La sordera gradual de su madre le impulsa a desarrollar sistemas de comunicación por lenguaje de signos y a estudiar locución y acústica. Sus estudios sobre resonancia acústica y electricidad impulsan los sistemas de traducción entre ondas acústicas y eléctricas. Obtendrá pingües beneficios con la patente del teléfono después de ganar las cerca de 600 demandas a otros inventores que reclaman el invento como propio. En el año 2002 se reconoce a Antonio Meucci como auténtico inventor del teléfono. Los juicios por asuntos de patentes son muy frecuentes durante estos años. La lucha por el reconocimiento de la invención del cinematógrafo entre los hermanos Lumiere y Edison es otro ejemplo de este tipo de conflictos.

El desarrollo de las radiocomunicaciones tendrá igualmente gran transcendencia a lo largo del s. XX. Durante la década de 1860 Maxwell establece las bases teóricas sobre la propagación de ondas electromagnéticas. Basándose en las ecuaciones de Maxwell y en el "problema de la cuerda vibrante" Rudolf Hertz consigue crearlas de forma artificial y posteriormente detectarlas mediante resonadores electromagnéticos. Experimenta con la emisión y recepción de las mismas y consigue reformular diferencialmente la propagación de los parciales (o armónicos) en su "ecuación de onda". Hertz demuestra que el comportamiento y la velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas sigue un patrón similar al de las ondas luminosas. Los experimentos de Hertz suponen además la primera observación del denominado "efecto fotoeléctrico". En el año 1890 Edouart Branly inventa el telégrafo inalambrico y en 1897 Tesla patenta el radiotransmisor. La primera radio-transmisión de audio data del año 1906. En honor al trabajo del físico alemán Rudolf Hertz se denominan ondas hertzianas a las ondas de radio. Además la unidad de medida para la frecuencia de una onda es el Hertzio (ciclo por segundo). Asimismo la unidad de medida comparativa para la amplitud de onda de las ondas de sonido es el Decibelio en honor a Graham Bell.

La Revolución Industrial da comienzo en Inglaterra a finales del s. XVIII como consecuencia de la aplicación práctica de los avances de la ciencia al servicio de la producción. La invención de la máquina de vapor de Watt es considerada como el gran motor de los inicios de la revolución. La nueva maquinaria permite multiplicar la producción reduciendo costes y ampliando el margen de beneficios. Asimismo el ferrocarril y el barco de vapor facilitan el desplazamiento de las mercancías favoreciendo el comercio. La siderurgia y el descubrimiento de la electricidad supondrán también un gran avance en el sector. La invención del telégrafo es el inicio de las nuevas telecomunicaciones. A lo largo del s.XIX Inglaterra, Países Bajos, USA, Japón y la recién unificada Alemania se sitúan a la cabeza del mundo industrializado.

El liberalismo económico de Adam Smith y Robert Malthus basado en la libertad de mercado con la mínima intervención estatal y la defensa de la iniciativa privada se materializa con las nuevas políticas occidentales. Tras las revoluciones liberales, la igualdad entre ciudadanos y la libertad del individuo se da solo desde el punto de vista político y civil. Surge así el conflicto de intereses entre burguesía y proletariado.

El movimiento obrero tendrá lugar como respuesta a las miserables condiciones de vida y trabajo que sufren los asalariados en la industria. Explotación infantil, jornadas de catorce y de hasta dieciocho horas siete días a la semana por salarios que a duras penas daban para sobrevivir, exposición a extremas condiciones de insalubridad que en muchos casos derivaban en enfermedades mortales. La unión de los trabajadores da lugar a la creación de los primeros sindicatos para reivindicar una mejora de sus derechos a través de la huelga. Inicialmente la legislación estatal ilegaliza y reprime el asociacionismo obrero, con lo cual la lucha adquiere una dimensión violenta.

El socialismo utópico, el marxismo y el anarquismo son ideados como marco intelectual de la lucha obrera y campesina con el objetivo de llevar a cabo una transformación social más justa e igualitaria. Sin embargo las diferencias ideológicas entre tendencias configuran distintas visiones de cómo abordar el problema ocasionando fracturas en el movimiento.

Hasta finales del s. XIX los sindicatos fueron exclusivamente masculinos. Aunque las mujeres también desempeñaban trabajos industriales sus reivindicaciones no eran las mismas ya que su situación laboral era bastante peor y sus salarios mucho más bajos, con lo cual terminan por crear sus propios sindicatos. A pesar de tener prohibido trabajar en el sector minero la presencia de mujeres en las minas era abundante, pero es en el sector textil donde se daba el porcentaje más elevado.

El ideal de la Ilustración francesa que impulsa las revoluciones liberales excluye la figura femenina del estatus de ciudadanía libre con derecho a decidir y participar de la vida política. En 1791 Olympe de Gouges parafrasea la "Declaración de los Derechos del Hombre y del Ciudadano" en su "Declaración de los Derechos de la Mujer y la Ciudadana" denunciando la tiranía que ejercen los hombres sobre las mujeres. El propio gobierno de Robespierre la ejecutará en la guillotina por traición a los ideales de la revolución. Es a partir de mediados del XIX cuando el feminismo logra articularse de manera organizada y eficaz para reivindicar la igualdad de derechos políticos, civiles, laborales y educativos.

El movimiento sufragista se desarrolla en Estados Unidos, Europa occidental y Latinoamérica para reivindicar el voto femenino. Con el tiempo, además del derecho a voto algunas mujeres conseguirán acceder a estudios universitarios. Su lucha no será fácil ni estará exenta de violencia y represión.

A partir del siglo XIX comienza a haber presencia de mujeres como concertistas profesionales de piano, aunque existen antecedentes como es el caso de Nannerl, hermana de Mozart y concertista en su juventud. Hay constancia de su actividad como compositora a pesar de que no se han conservado sus obras. Cuando alcanza la edad de contraer matrimonio su familia decide interrumpir su carrera musical.

Fanny Mendelssohn, Clara Schumann, Alma Malher, son ejemplos de mujeres emparentadas con célebres compositores que por las circunstancias de su tiempo no pueden desarrollar al máximo su carrera musical. Incluso ven firmar algunas de sus obras por sus maridos o hermanos. Incluso en el siglo XX y aún a día de hoy las mujeres continúan reivindicando la igualdad de oportunidades en el reconocimiento de sus trabajos como compositoras, intérpretes o directoras de orquesta.

Carmen Cecilia Piñeiro Gil recopila en su tesis del año 1998 un catálogo biográfico de compositoras españolas e iberoamericanas. El caso de las mujeres latinoamericanas refleja la doble discriminación que la historia ha ejercido sobre ellas por ser mujeres y además

pertenecer a países del denominado Tercer Mundo. Carmen Barradas, Adina Izarra, Marta Lambertini, Tania León, Alicia Terzián, Alicia Urreta e Isidora Zegers, son algunos de los más de cincuenta nombres que figuran en este catálogo, en el que queda patente la actividad musical y creadora de estas mujeres.

En esta misma línea, Ana Vega Toscano realiza una interesante retrospectiva sobre la presencia de mujeres en la música española desde los tiempos del Al-Ándalus hasta el siglo XX. También Antonio Álvarez Cañibano cuenta con una publicación sobre compositoras españolas desde el Medievo hasta la actualidad.

A lo largo del XIX la esclavitud es legalmente prohibida en Europa y América. La economía industrializada se puede permitir prescindir del tráfico de esclavos, por lo que promueve e impulsa la abolición. En EEUU el conflicto de intereses entre norte y sur desencadena la Guerra de Secesión. Con el triunfo de los norteños la esclavitud es finalmente abolida en todo el país en el año 1865. Sin embargo la liberación de los esclavos se produce únicamente desde el ámbito teórico-político. Sufrirán la segregación racial y sus derechos fundamentales se verán vulnerados también durante el siglo XX. Está constatado que aún en la actualidad sigue practicándose la esclavitud de manera clandestina en algunas regiones recónditas.

La abolición legal en Europa y América conduce a un tráfico interior de esclavos en el continente africano que será destinado a realizar trabajos forzados para satisfacer la demanda de materias primas de los países industrializados europeos.

El imperialismo neo-colonialista de los países industrializados define las relaciones internacionales durante el s.XIX y principios del XX. Las colonias suponen una suculenta fuente de materias primas para abastecer a las nuevas fábricas y una solución al espectacular crecimiento demográfico de la población occidental. También ofrecen la posibilidad de abrir nuevos mercados para comerciar con los productos manufacturados. Los países europeos se lanzan a la explotación del aún desconocido continente africano. Las fronteras artificiales allí trazadas a modo de reparto causarán numerosos conflictos bélicos entre pueblos después de la descolonización en el s. XX.

La debilidad y fragmentación de los viejos imperios orientales será aprovechada por los países europeos como oportunidad para expandir sus colonias por el continente asiático. A pesar de la independencia norteamericana, Inglaterra se consolida como potencia hegemónica en el dominio de las rutas comerciales. Tras la caída del Imperio Mogol en la India se impone allí también y además se expande por el continente australiano.

Estados Unidos y Japón tampoco son ajenos en este afán expansionista. La potencia americana tras completar la conquista del lejano oeste se anexiona los territorios mexicanos de Texas y California. Favorece la independencia de las colonias españolas de Cuba y Puerto Rico para establecer el control económico en todo el Caribe y Sudamérica.

En Japón la Restauración Meiji supone una modernización acelerada para el país, que pasa de tener un sistema económico de orden feudal a ser una gran potencia industrial y militar de última generación en cuestión de décadas. Entre finales del XIX y principios del XX el Imperio Nipón entra en conflicto bélico con Rusia y China por el control de Manchuria y Korea.

La decadencia del Imperio Otomano unida al sentimiento nacionalista que aflora en sus dominios provoca el conflicto de intereses entre los países europeos, que tratan de establecer su influencia en estos territorios.

El estallido de la Primera Guerra Mundial supone en su momento el mayor conflicto bélico de la historia con la participación de las grandes potencias de los continentes europeo, asiático y americano. La industrialización al servicio de las armas aumenta el poder sanguinario de la guerra, que adquiere consecuencias devastadoras y catastróficas especialmente en el continente europeo. El transcurso de los acontecimientos implican importantes transformaciones que dan lugar a un nuevo orden mundial.

El conflicto global es aprovechado por un hambriento campesinado ruso como momento estratégico para hacer la revolución. A principios del s. XX en Rusia la estructura social se basa aún en un modelo prácticamente feudal, con una monarquía muy ostentosa y un tejido industrial casi inexistente.

La revolución supone la retirada de Rusia en la guerra mundial y en consecuencia la balanza se desequilibra a favor de los aliados. A continuación se desencadena en el país una guerra civil entre el ejército blanco partidario de volver a instaurar el régimen zarista y el ejército rojo, quienes terminan por hacerse con el poder instaurando el primer gobierno con aspiraciones comunistas de la historia. Rusia se convierte así en un campo de experimentación de las ideas marxistas, gobernado por un férreo Partido Único que lidera en una primera etapa Lenin. En este periodo se crea la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas, el país comienza su modernización y la influencia soviética se afianza alrededor de una larga lista de países aliados. (Ucrania, Bielorusia, etc..).

Tras la muerte de Lenin en 1924, Iósif Stalin toma el relevo ejerciendo su autoridad militar de forma dictatorial y cruel durante dos décadas. Entre los episodios más oscuros del Imperio Stalinista cabe destacar la llamada Hambruna Roja, en la que murieron millones de personas en Ucrania.

Tras la primera guerra mundial Europa se encuentra destrozada. Japón y Estados Unidos ven crecer su hegemonía política en el globo al tiempo que se desmiembran en nuevos países los imperios otomano y astrohúngaro . El Tratado de Versalles impone duras condiciones a la derrotada Alemania, que acumula gran resentimiento durante las décadas siguientes

El éxito de la Revolución en Rusia supone un impulso de la lucha campesina y obrera europea entre una clase trabajadora muy empobrecida por la posguerra. En contraposición, emergen los movimientos fascistas de corte xenófobo, patriótico militarista y populista, que progresivamente se hacen con el poder en Italia, España y Alemania.

Los años veinte representan en Occidente una acelerada recuperación económica y un periodo de paz social. Pero con la especulación financiera y el Crack del 29 vuelve la crisis económica y retornan las tensiones acumuladas y no resueltas de la Primera Guerra Mundial.

El alzamiento militar del 36 en España supone una dramática anticipación de lo que será el mayor conflicto bélico a nivel mundial de la historia desatado por el afán expansionista de la Alemania nazi, Italia y Japón, frente a la oposición de Francia, Estados Unidos y la URSS. Las consecuencias de la Segunda Guerra Mundial serán aún mucho más devastadoras que las de la primera.

La derrota de la Alianza del Eje supone el fin de la Alemania nazi y del Imperio Nipón y el reparto de la supremacía mundial entre EEUU y la URSS. La construcción del muro de Berlín divide Europa en dos bloques de países con sistemas económicos opuestos. La Guerra Fría entre el Occidente capitalista frente al comunismo soviético define las relaciones internacionales durante la segunda mitad del s. XX.

La detonación de las bombas nucleares de Hiroshima y Nagasaki en la S.G.M. simboliza el peligro que suponen los agigantados progresos realizados por la ciencia en manos de una sociedad insuficientemente evolucionada a nivel humano, ético y moral. En adelante, la amenaza que supone una guerra nuclear provoca que, en la medida de lo posible, se busquen soluciones diplomáticas a los conflictos. Aunque las tensiones entre países capitalistas y comunistas conducirán a situaciones muy al límite en diferentes momentos.

La investigación militar está detrás de gran parte de los avances tecnológicos del último siglo. La competitividad entre potencias enemigas empuja a sus gobiernos a invertir grandes cantidades de dinero para alcanzar cierta ventaja ante el adversario. La conquista del espacio es un claro ejemplo de este fenómeno. Durante la Guerra Fría EEUU y la URSS compiten por alcanzar logros en la carrera espacial. Igualmente el desarrollo de la aviación, los sistemas de radar, o el comienzo de la informática están vinculados a la inventiva militar.

Los fundamentos teóricos de la tecnología nuclear se basan en los postulados de la física cuántica y en la relación establecida entre materia y energía en la famosa ecuación de Einstein ($E=mc^2$). La Teoría de la Relatividad representa junto con los inicios de la mecánica cuántica el gran icono de la física teórica de principios de siglo y la ruptura total con respecto a leyes de la física newtoniana.

Entre las condiciones del divorcio que Einstein firma con su ex-mujer se encuentra la cesión de una parte de los beneficios económicos en caso de obtener el premio Nobel. Aunque no está reconocida ni plenamente demostrada su aportación en el desarrollo matemático de este trabajo, tanto Mileva Maric como Einstein se refieren en diferentes ocasiones a su trabajo como “nuestra teoría”. No obstante, Maric nunca demandó sus derechos sobre la autoría. Como otras mujeres de la época sacrifica su carrera académica y profesional para dedicarse a la crianza de sus hijos y a colaborar en el trabajo de su marido, a pesar de poseer un gran talento para las ciencias y las matemáticas.

En los congresos Solvay celebrados durante las primeras décadas del s.XX encontramos reunidos a los grandes impulsores de la física moderna. En estos encuentros se debate sobre los últimos descubrimientos del momento para establecer conclusiones acerca de la estructura de los átomos y la materia, el magnetismo, la teoría cuántica... Se genera así mismo un ambiente de cordialidad y cooperación entre colegas que facilita la resolución de los problemas planteados. La fotografía del quinto congreso es considerada como la imagen más famosa e importante de la historia de la ciencia. Aparecen como participantes entre otros Einstein, Planck, Madame Curi, Bohr, Heisenberg, Lorenz, Shrödinger..

Si bien Albert Einstein era aficionado a tocar el violín, la habilidad musical de Marx Planck era incluso una cualidad destacable de su personalidad. De joven duda entre continuar su carrera al chelo y el piano o dedicarse plenamente al estudio de la física. A pesar de la oposición de su familia (valga de ejemplo del valor que tenía una carrera musical en la sociedad alemana de finales del XIX), finalmente se decanta por la segunda opción. Está bastante extendida la opinión de que los conocimientos musicales de Planck o Einstein pudieron haber sido de gran ayuda a la hora de comprender los fenómenos ondulatorios del efecto fotoeléctrico, el magnetismo, la dualidad onda-partícula de la luz o el comportamiento de las partículas cuánticas.

La práctica experimental va siempre por detrás de los modelos teóricos en la física cuántica debido a la complejidad que supone la manipulación de elementos nanométricos. En las últimas décadas los aceleradores de particulas del CERN han permitido constatar la existencia de la antimateria, del bosón de Higgs, las corrientes neutras débiles, los neutrinos ligeros. El avance de la astrofísica en paralelo a nuevas teorías estructurales sobre el universo plantean la

búsqueda de una "Teoría del Todo" que unifique los postulados de la Teoría de la Relatividad con la física cuántica y los diferentes fenómenos descubiertos en la observación del espacio exterior. El uso de la radioastrología permite profundizar y construir un mapa más detallado del cosmos. Agujeros negros, nuevos sistemas solares y planetas, galaxias..

El desarrollo de la física cuántica plantea comportamientos paradójicos muy difíciles de entender para la mente humana acostumbrada a desenvolverse bajo los parámetros de la mecánica clásica. Su comprensión requiere de una gran abstracción y da lugar a múltiples interpretaciones muy diversas entre sí. Partículas que ocupan posiciones diferentes simultáneamente, que se entrelazan con otras partículas lejanas, teletransportación, posibilidad de la existencia de universos paralelos...

Resulta especialmente llamativo cómo la idea pitagórica de la música de las esferas sigue en cierta manera presente en algunos modelos. La Teoría de Cuerdas sugiere que las partículas elementales están constituidas por unas *"micro-cuerdas"* que definen los estados de la energía y la materia en función de sus frecuencias vibratorias. En astrofísica se utiliza ocasionalmente el índice acústico para describir fenómenos no acústicos. La frecuencia de las ondas de presión emitidas por un agujero negro ha sido descrita como un Si bemol menos 53 (es decir, 53 octavas por debajo del Bb0.) Lo que equivale a una onda cada diez millones de años. Este procedimiento ha permitido traducir descubrimientos como las ondas gravitacionales a sonido simplemente transportando estas frecuencias dentro de los parámetros de nuestro registro auditivo.

Las implicaciones filosóficas de la física moderna son desde luego estimulantes para la imaginación, pero además dan lugar a múltiples aplicaciones prácticas en la tecnología actual. Teléfonos móviles, iluminación led, transistores y electrónica en general, láser, resonancias magnéticas, radiografías, energía atómica, sistemas inalámbricos.. son algunos ejemplos de aplicaciones derivadas de los estudios teóricos del último siglo. Se vaticinan en un futuro próximo las computadoras cuánticas, mucho más potentes que nuestros ordenadores actuales. La ciencia y la tecnología continúan su avance en el s. XXI.

Las tendencias vanguardistas marcan la pauta en las artes del s. XX. El Modernismo musical surge como evolución de las tendencias impresionistas y nacionalistas del siglo anterior en busca de nuevas formas de expresión. La búsqueda y la experimentación caracterizan un periodo de creatividad sin límites que rompe con todas las normas establecidas hasta el momento. Los cambios sociales y tecnológicos del nuevo siglo exigen paradigmas culturales adecuados a los nuevos tiempos. El desapego por la tradición y la originalidad extravagante desatan la imaginación de músicos, pintores, escultores y autores de teatro..

El movimiento futurista italiano iniciado por Marinetti en 1909 reivindica en sus manifiestos la ruptura violenta y radical con respecto a la tradición artística y cultural europea de los últimos siglos exaltando la estética de la tecnología y la belleza de la máquina como bandera de los nuevos tiempos. Este agresivo movimiento multidisciplinar está vinculado a los comienzos del fascismo en Italia y contará con una importante vertiente rusa que influirá notablemente en la estética del estado comunista después de la Revolución. Desprecia el arte burgués, define los museos como cementerios del "pasadismo" y pretende la construcción de un mundo renovado a través de un arte reinvendado acorde a la mentalidad moderna tomando como modelo las virtudes de las máquinas (rapidez, fuerza, energía, movimiento, deshumanización..)

En su vertiente pictórica, el Futurismo deriva del Cubismo inicialmente, aunque la inquietud de representar el movimiento define progresivamente su propia estética. El rechazo a la estética tradicional fomenta la búsqueda de nuevas técnicas expresivas. La moda, la fotografía, la publicidad, el cine, las artes gráficas, nacen como nuevas manifestaciones artísticas en los

inicios del s.XX. Las posibilidades propagandísticas de estas disciplinas emergentes serán ampliamente explotadas para ensalzar la grandeza de la Revolución Soviética o como canal de difusión de la propaganda fascista.

Luigi Rusollo es considerado como exponente de la música futurista en Italia. En su *"Manifiesto de los ruidos"* de 1913 dedicado a su amigo Pratella, considera que el oído humano se ha acostumbrado a la velocidad, la energía y el ruido del paisaje urbano e industrial. Vaticina en sus reflexiones como la electrónica y otra tecnología podrá permitir a los músicos futuristas *"sustituir la limitada variedad de timbres que una orquesta procesa hoy por una infinita variedad de timbres que se encuentran en los ruidos, reproducidos con los mecanismos apropiados"*. Rusollo inventa también una controvertida *"máquina entonadora de ruidos"* que mediante mecanismos activados por palancas y manivelas genera diferentes ruidos amplificados por altavoces. La música y las reflexiones de Rusollo no aportan verdaderamente nada novedoso ni significativo desde la perspectiva de la teoría musical, pero su estética será influyente entre los pioneros del ruidismo, la música concreta y la música electrónica de la segunda mitad del s. XX.

La llamada *"crisis de la tonalidad"* se produce como consecuencia de una exhaustiva indagación combinatoria en la música de finales del s. XIX y principios del XX promovida por la búsqueda de nuevas formas de expresión musical característica entre los compositores del momento. El cromatismo extremo, la politonalidad, los acordes híbridos, conducen a un número cada vez más elevado de problemas y situaciones difíciles de explicar desde la perspectiva de la teoría tonal. De este modo podemos encontrar algunos antecedentes de atonalidad en fragmentos de Liszt, Wagner, Mahler o Debussy entre otros.

La vaguedad tonal impresionista y la música nacionalista-primitivista inspirada en el folclore popular están en pleno auge con la llegada del nuevo siglo. Stravinsky se inspira en la mitología rusa y hace uso de politonalidad, escalas modales y bruscas métricas irregulares. En Hungría, Bartok y Kodaly realizan una importante labor recopilatoria del folclore magiar estableciendo conexiones con los pueblos de Asia central, Anatolia o Siberia a través del uso de sus escalas pentatónicas. Son considerados por su trabajo como pioneros en la ciencia de la etnomusicología. Empleando un gramófono para realizar grabaciones recorren Hungría, Rumanía y extienden después sus viajes por Asia y Turquía. La música de Bartok estará impregnada de este estudio folklórico y de un particular y matemático procedimiento de elaboración propia. Ives se inspira en el folclore norteamericano y emplea en sus composiciones técnicas politonales, incluso llega a realizar experimentación con el uso de cuartos de tono.

La figura de Arnold Shoenberg es de crucial importancia en el desarrollo teórico y estético de la música atonal y en el posterior desencadenamiento del movimiento dodecafonista. Su música es equiparada con la abstracción pictórica de Kandinski y es enmarcada dentro del movimiento expresionista. Su obra temprana se sitúa en el Posromanticismo, pero a partir de 1909 está considerada como atonal (aunque el mismo rechazaba esta acepción prefiriendo emplear el término "politonal"). Su legado musical y literario es muy extenso, por lo que son numerosos los textos de donde podemos extraer sus reflexiones teóricas y estéticas.

A pesar de ser duramente criticado por atentar contra más de tres siglos de tradición musical, Shoenberg es en realidad gran conocedor y amante de la música clásica. En su *"Tratado de Armonía"* de 1910 analiza en profundidad los fundamentos de la música tonal de manera certera y totalmente ortodoxa, de manera que cumple a la perfección su papel pedagógico para la enseñanza de la armonía clásica, pero paralelamente reflexiona y cuestiona cada uno de los postulados tradicionales. La enseñanza de la música, según su punto de vista, debe aprenderse como otras artesanías con rigor y acatando las limitaciones. Limitaciones que por

otro lado son simplemente un simple artificio pedagógico y que nada tienen que ver con la actividad creadora libre. Valora el concepto "consonancia-disonancia" desde una perspectiva estética sujeta a los cánones de una determinada época. De este modo, las leyes de la armonía no son inamovibles, ya que evolucionan y pueden cambiar con el tiempo. Esta perspectiva cultural pone en evidencia la idea de que la tonalidad está fundamentada en los principios naturales del sonido constituyendo un sistema perfecto en sí mismo. Shoenberg desmonta este ideal poniendo de manifiesto las imperfecciones y los errores del modelo tonal basado en la consonancia de los armónicos básicos de la tónica, la dominante y la subdominante. Las frecuencias de estos armónicos son aproximadas pero no exactas en el sistema temperado, en el que la única consonancia real que se cumple es la de las octavas. Además, entre los intervalos más avanzados de la serie también se encuentran presentes las "disonancias", con lo cual pueden ser igualmente valorados como elementos presentes en la naturaleza del sonido.

Shoenberg también analiza problemáticas e imperfecciones del sistema tonal derivados de las composiciones de sus contemporáneos que le conducen a valorar la necesidad de un nuevo modelo musical en el que tengan cabida las cada vez más numerosas situaciones excepcionales.

Tras la Primera Guerra Mundial, en 1923 publica su *"Método de composición con doce sonidos"* en el que formula las bases del movimiento dodecafonista. Este sistema rompe completamente con la jerarquía que establecen los sistemas tonales entre notas musicales. Desaparecen las funciones tonales y el concepto "consonancia-disonancia" carece de validez. Los doce sonidos son tratados como iguales y se busca el equilibrio entre ellos sin que ninguno ejerza ningún tipo de protagonismo con respecto a los demás. Con este propósito se emplea la técnica de la "Serie Original", en la que se establece un orden de aparición para las doce notas sin que se permita la repetición de ninguna hasta que hayan sonado todas. Invirtiendo el orden de aparición de las notas de la "Serie Original" se obtiene el *"Retrógrado"*. La *"Inversión"* se obtiene al realizar la *"Serie Original"* pero con los intervalos en sentido inverso (si en la *"Serie Original"* hay entre un intervalo y el siguiente una segunda mayor ascendente, en la *"Inversión"* aplicamos una segunda mayor descendente). Finalmente, en el *"Retrógrado de la Inversión"* se reproduce la *"Inversión"* pero empezando por la última nota y terminando en la primera. Cada una de estas cuatro posibilidades (*"Serie Original", "Retrógrado", "Inversión" y "Retrógrado de la Inversión"*) puede ser ejecutada a partir de cualquiera de los doce sonidos, por lo que existen 48 combinaciones posibles.

Shoenberg junto con sus alumnos Berg y Weber forman la llamada *"Segunda Escuela Vienesa"*.(La primera estaba constituida por Haydn, Mozart y Beethoven). Esta autodenominación es una clara declaración de intenciones. Pretenden situar de nuevo la música austriaco-alemana a la cabeza de la innovación musical. El Dodecafonismo continua su evolución con las aportaciones de Berg y Webern, que aplican las leyes creadas por Shoenberg, incluso para concederse la libertad de quebrantarlas. Se utilizan ejes de simetría o interválicas opuestas para la creación de series, series paninterválicas, paninterválicas opuestas.. El concepto dodecafonista se basa en una combinatoria matemática de probabilidades al servicio de una vanguardística y rompedora estética musical. Webern amplia el concepto serial a otros elementos musicales como el ritmo, dinámicas de intensidad, articulación abriendo camino a una nueva vertiente dodecafónica, el Serialismo Integral.

Con la llegada al poder del partido nazi el Dodecafonismo es prohibido en Alemania. Las implicaciones filosóficas de un sistema musical en el que no existe una jerarquía entre sus sonidos y todos son considerados como iguales no son admisibles en una forma de gobierno vertical basado en la autoridad militarista. El Dodecafonismo es etiquetado como una forma de bolcheviquismo y Shoenberg (que además era de origen hebreo) se ve obligado a emigrar a EEUU.

El Dodecafonismo es en su día una tendencia revolucionaria y muy atrevida, contará por supuesto con la crítica y la oposición de los músicos más conservadores. Quizás la mayor de las aportaciones que realiza esta tendencia es el atrevimiento y la originalidad de hacer posible la música de una manera diferente a lo preestablecido. Supone un gran estímulo y un fuerte impulso para las vanguardias que tienen lugar durante la segunda mitad del s. XX. Incluso compositores contemporáneos a los tres de Viena sujetos a otras tendencias musicales (como por ejemplo Stravinsky) realizarán incursiones en este terreno experimental.

También la microtonalidad es explorada a principios del s. XX. H. Cowell hace alusión a la existencia de un piano en el conservatorio de Moscú diseñado para tocar cuartos de tono construido en 1864. Como ya mencionamos anteriormente, Charles Ives realiza algunas incursiones en este terreno haciendo usos de cuartos de tono en sus composiciones. Su sinfonía nº 4 (1910-16) requiere además de una grandísima orquesta con una gran sección de percusión, coro y saxofones, de dos pianos *(uno de ellos afinado un cuarto de tono con respecto al otro.)* También Alois Haba, Wyschnegradsky, Busoni, Mildred Couper, Harry Partch entre otros realizan experimentos con cuartos de tono, tercios de tono y otras subdivisiones y elementos microtonales.

El mejicano Julián Carrillo desarrolla composiciones musicales llegando a utilizar divisiones de tercios de tono y hasta dieciseisavos de tono con un sistema teórico y de notación propio al que denomina *"Sonido 13"*. Carrillo desarrolla su obra durante décadas hasta su muerte en 1965 haciendo uso de su metodología microtonal empleando para ello pianos, arpas y otros instrumentos preparados especialmente para generar estos intervalos.

La primera composición de Carrillo en la que realiza intervalos de cuarto de tono es "Preludio a Colón" de 1922, aunque ya en 1905 había experimentado con la división en dieciseisavos de tono. A partir del 27 compone sinfonías y cuartetos con su sistema microtonal y escribe varios libros teóricos donde plasma sus ideas. En el ámbito de la física acústica aporta una teoría significativa en 1947 a la que denomina *"Nueva Ley del nodo"*. Según Carrillo el nodo de una onda estacionaria ocupa un cierto espacio físico restando longitud a la cuerda vibrante, lo que provoca un aumento de hasta cinco hertzios en instrumentos de viento al realizar el intervalo de octava. Actualmente existe en Méjico un movimiento activo que mantiene vivo y difunde el legado de Carrillo y su "Sonido 13".

La figura del californiano Henry Cowell es de crucial importancia entre los pioneros experimentales de principios de siglo. Fue un niño prodigio y desde su más temprana juventud manifiesta una asombrosa capacidad de innovación. Es considerado como pionero en el uso del cluster y en la técnica pianística de manipular directamente las cuerdas del arpa en la interpretación. Pionero también de la música aleatoria y en el desarrollo teórico de los compases irracionales.

Su formación comienza al margen del ámbito académico de manera autodidacta. Aprende a tocar el violín con cinco años y conoce la música tradicional irlandesa a través de su padre. Ingresa en la Universidad de Berkley a los 17 años y durante la década de los 20 recorre todo el país interpretando su música vanguardista.

Cowell fue además un apasionado de la etnomusicología. Dedicó tiempo al estudio de las músicas orientales, incluida la tradición china y japonesa, así como el Gamelán indonesio o los ritmos carnáticos de la india.

En 1919 comienza a escribir su libro *"Nuevos recursos musicales" (New Musical Resources")*. La primera edición es publicada en 1930. Cowell plasma en este libro sus concepciones teóricas desarrolladas a partir del estudio de la serie armónica. Aplicando una retrospectiva historica

analiza el subjetivo concepto de la consonancia-disonancia. Trata también sobre cuestiones de politonalidad.

La segunda parte está dedicada a la polirritmia partiendo del análisis rítmico de las frecuencias en la serie armónica. Sienta así las bases teóricas en el manejo de los compases irracionales. La tercera parte está dedicada a la formación de acordes y clusters.

Cowell se autodefinía como músico ultramodernista. Fue también muy activo en la organización de encuentros musicales con sus contemporáneos. La *Nueva Música* Periódica, o la Nueva Sociedad de la Música, gestionaban la organización de conciertos con aliados artísticos como Wallingford Riegger o Arnold Schoenberg. Su buena amistad con Charles Ives, quien además financió algunos de los proyectos de Cowell, está también ampliamente documentada.

Los cuatro años que pasó encarcelado acusado de homosexualidad no fueron a priori un impedimento en su creatividad musical, ya que compone unas sesenta piezas en este periodo, además de realizar distintos experimentos referidos a la música aleatoria. Sin embargo, su puesta en libertad si que supone un cambio transcendental en su manera de componer. A partir de este momento su música se simplifica y se basa en recursos más tradicionales dejando a un lado toda la incesante innovación desarrollada durante su juventud. Cowell se vuelve en general más reservado (a nivel musical, artístico y político). Pero aun así continuará desarrollando una importante labor en la difusión de las músicas folclóricas del mundo.

Las ideas de Corwell sirven de inspiración de manera directa a muchos músicos coetáneos y posteriores *(Desde G.Gerswin o Bela Bartok hasta John Cage entre otros.)* Su enfoque basado en el estudio rítmico de la serie armónica es un clarísimo antecedente del uso de los compases irracionales empleado por varias generaciones de músicos contemporáneos (*Schnebel , Ferneyhough, Mahnkopf ,Cox ,Adès ,Kondo, Einarsson).*

Después de la Segunda Guerra Mundial, en la segunda mitad del siglo, el árbol de las vanguardias musicales se ramifica dando lugar a múltiples tendencias novedosas. Una vez rota la barrera tonal hay vía libre para seguir investigando aún más allá. La búsqueda se dirige ahora hacia la naturaleza más básica y fundamental del sonido. La aparición de los instrumentos electrónicos va a cobrar especial protagonismo.

El Telarmonio del norteamericano Taddeus Cahill está considerado como el primer instrumento electrónico de la historia. Patentado en 1897, el primer prototipo termina de construirse en 1906. Mediante una rueda tonal electromagnética generaba sonidos simulando al órgano y al piano. El telarmonio era polifónico, contaba con siete octavas y emitía frecuencias comprendidas entre los 40 y los 4000 Hz. Su alto coste económico y su desproporcionado tamaño y peso son la razón por la que solo se construyeron tres ejemplares de los que no se conserva actualmente ninguno. Este artilugio fue utilizado durante años para ofrecer hilo musical a través de la línea telefónica en hoteles y restaurantes.

En los años 20 el ruso Leon Theremin desarrolla un nuevo instrumento electrónico basado en el electromagnetismo de dos antenas que perciben la posición de las manos determinando estas la altura y la amplitud de la onda sonora emitida a través de un amplificador. La principal peculiaridad del theremín es que es tocado sin que exista contacto físico entre el interprete y el instrumento. Será Clara Rockmore quien desarrolle al máximo sus posibilidades musicales elaborando una técnica exquisita en su manejo.

Paralelamente, el francés Maurice Martenot inventa otro instrumento electrónico conocido como ondas martenot. En este caso la altura de los sonidos es controlada por un anillo metálico que se desliza junto a un teclado con la mano derecha, mientras que la mano izquierda manipula unos botones para controlar la dinámica y la articulación de las notas.

Por petición de Henry Cowell, Theremin desarrolla en 1931 el Rhythmicon *(También conocido como Polyrhythmophone).* Este aparato es considerado como la primera caja de ritmos electrónica de la historia. Está diseñado para realizar polirritmias entre las dieciséis primeras subdivisiones de la redonda *(blanca, tresillo, negra, cinquillo, seisillo, sietillo, corchea, etc..).* Consta de una rueda giratoria en la que las subdivisiones son ubicadas mediante perforaciones y de un pequeño teclado con dos octavas de recorrido. Cada tecla corresponde a un intervalo de la serie armónica y realiza la subdivisión rítmica asociada al intervalo de la serie.

Cowell realiza algunas composiciones para este instrumento, cuya finalidad es efectuar complejas polirritmias. El Rhythmicon pronto caerá en desuso *(a pesar de que será puntualmente empleado por otros músicos décadas después).*

El trautonio es otro instrumento electrónico también de la misma época, que genera sonidos a partir de lámparas de neón de bajo voltaje. La altura de los sonidos se consigue presionando un punto sobre un cable que va montado sobre un raíl. El trautonio es considerado como un antecedente directo del sintetizador, ya que permite sustraer los armónicos no deseados y el control sobre el diseño del diferentes timbres.

Durante las décadas de los treinta y cuarenta se desarrollan los mecanismos básicos requeridos para la síntesis sustractiva analógica moderna (osciladores, filtros, controles de envolventes, unidades de efectos..). La electrónica musical continua su evolución en las décadas siguientes de la mano de los grandes fabricantes (Hammond, Selmer, Gipson, Yamaha., Moog..). Estos nuevos aparatos constituyen una nueva familia de instrumentos musicales, los electrófonos. A partir de la década de los sesenta, el abaratamiento permite que se popularice su uso más allá del ámbito de la "música culta".

En la década de los cincuenta la música concreta y electrónica adquieren gran desarrollo fundamentalmente en Francia y Alemania. La experimentación con el ruido y el azar también pasan a ser integrados en las vanguardias musicales. La música aleatoria permite al intérprete elegir entre diferentes recorridos mediante la improvisación a partir de secuencias no estructuradas. La música aleatoria es combinada también con la electrónica. Jonh Cage, Xenakis, Stockhausen entre otros desarrollan experimentaciones de todo tipo.

La Micropolifonia de Ligeti es una técnica compositiva basada en la construcción de masas sonoras cercanas al clúster que evolucionan a través de una compleja polifonía en la cual el flujo armónico-musical se produce de forma gradual y borrosa por el movimiento de las voces. La masa sonora difumina la frontera entre el sonido y el ruido. En esta música los matices de intensidad y timbre son los que le dan forma a la obra, ya que se basa fundamentalmente en la creación de ambientes y texturas.

En la corriente minimalista la repetición de estructuras melódicas simples en superposición genera la consonancia tonal de forma estática, con tendencia a mantenerse en un solo acorde o a realizar leves variaciones interválicas entre las frases reiterativas que generan algún cambio de acorde. Emplea procesos algorítmicos lineales, geométricos o graduales, ritmos e instrumentaciones estáticas. En los años sesenta adquiere gran impulso en norteamérica.

Philip Glass, Terry Riley, Monte Young, Steve Reich están entre los impulsores del movimiento. Posteriormente en Europa también Michael Nyman, Louis Andriessen..

En los años setenta, la corriente espectralísta se basa en los intervalos puros derivados de la serie armónica para llevar a cabo composiciones orquestales. Estudia el espectro armónico de diferentes instrumentos con la finalidad de inspirar la composición de las piezas musicales. Es necesario recurrir a afinaciones microtonales para reproducir estos intervalos ya que no son posibles empleando el temperamento igual. El Espectralismo surge como proceso de investigación impulsado por el IRCAM en Francia dirigido por Pierre Boulez.

La hegemonía norteamericana a lo largo del siglo XX sitúan su cultura popular como patrón y referente en el mundo occidentalizado. La industria cinematográfica hollywoodiense marca tendencias y la pauta a seguir. El séptimo arte configura un nuevo espacio donde la creación musical adquiere especial protagonismo. Durante las primeras décadas en el cine mudo se contaba con la presencia de un pianista o una pequeña formación que musicalizaban la proyección de las películas en directo. Posteriormente, el género musical y la creación de grandes y espectaculares bandas sonoras encumbran a algunos compositores que adquieren gran relevancia social con sus composiciones. Bernstein, Mancini, Morricone, Williams, Nymnan, Vangelis, por citar algunos ejemplos...

También la industria discográfica exporta música norteamericana por todo el mundo occidentalizado obteniendo pingues beneficios. No es posible hablar de las músicas populares de Norteamérica sin hacer referencia a la cultura afroamericana, que a lo largo de todo el siglo XX es un referente indiscutible.

La gran variedad de músicas populares en el continente americano (no solo Norteamérica) es fruto de la fusión cultural que tiene lugar entre las raíces africanas de los esclavos importados, los elementos nativos propios de la América precolombina y las músicas tradicionales de los colonizadores europeos. No hay un criterio común para la creación en cada región del continente. En un mismo país es posible encontrar estilos muy diversos en función de cómo se haya desarrollado la historia.

Así por ejemplo en Argentina, el Tango es la música característica de Buenos Aires, (donde la presencia de colonizadores europeos es mayoritaria), contrastando con el folclore andino del noroeste del país (donde la población aborigen es mayoritaria).

La música en Brasil, Cuba y todo el Caribe está muy impregnada de las raíces africanas al igual que en el sur de Estados Unidos, cuna del Blues y del Jazz. La percusión y el ritmo africano deja una huella muy palpable en la Samba brasileña y también en el Son o el Guaguancó cubano. En el caso estadounidense, quizás como consecuencia de tener prohibido el uso de instrumentos de percusión, la música se desarrolla de forma diferente.

Las primeras referencias históricas donde podemos encontrar los términos “Blues” o “Jazz” las encontramos a finales del siglo XIX. A principios del siglo XX algunos músicos blancos también empiezan a tocar Jazz. La banda de Nick LaRoca, (trompetista blanco), es la primera en grabar un disco de este género en 1917. El Dixieland se origina en Nueva Orleans en la década de 1910 y tanto negros como blancos realizan diferentes formaciones donde los instrumentos de viento adquieren especial protagonismo.

En los años 20 se produce un movimiento masivo de músicos hacia Chicago y Nueva York, donde proliferan los locales de música en vivo. Estas ciudades definen su propio sonido característico. En esta misma década los sellos discográficos emergentes comercializan en el país grabaciones de música Country para blancos y Blues para negros, sin embargo es común la fusión entre ambos estilos en las grabaciones de los años 30.

También en los años 30 se desarrolla el Swing como nuevo estilo jazzístico en el que tienen cabida la formación de grandes Big Bands. Benny Goodman es promocionado como "Rey del Swing" por productores blancos con fines comerciales definiendo así la línea más "vendible". Glen Miller, Harry James se enmarcan dentro de esta tendencia, pero se consideran pioneros del género la orquesta de Duke Ellington o la cantante Ella Fitzgerald entre otros. El Swing da cabida a grandes vocalistas e instrumentistas como Billie Holiday, Lester Young, Oscar Peterson, Stan Getz,..

La influencia norteamericana en Europa comienza a dejarse notar en el periodo de entre guerras. Durante los locos años 20 el Charlestón hace estragos entre la población. Este baile de origen afroamericano se pone de moda por un espectáculo de Broadway que lo convierte en símbolo de diversión y despreocupación del momento. Durante los años 30 en Francia tiene lugar la aparición del Jazz-Manouche entre la comunidad gitana, cuyo principal exponente es Django Reinhardt.

En los años 40 tiene lugar en Norteamérica el Bebop como estética musical opuesta al Swing donde se opta por formaciones pequeñas con mayor libertad musical para desarrollar la creatividad y la improvisación instrumental. Charlie Parker, Dixie Gillespie o Thellonius Monk son pioneros en este estilo en el que hay una clara preferencia por los tiempos rápidos y estructuras armónicas más complejas con muchos cambios de acorde y modulaciones. En su tiempo es una apuesta muy innovadora y atrevida, por lo que contará con muchas críticas negativas. Se desenvuelve en un contexto de marginalidad y crítica social a la mercantilización de la cultura afroamericana que supone el Swing comercial. Se reivindica la recuperación del espíritu primitivo del Jazz como forma de expresión libre aproximándose también más al Blues. El mecenazgo de la baronesa Pannonica Rothschild es de crucial importancia para el desarrollo de este movimiento musical.

La rápida evolución y el espíritu indagador provoca una rápida ramificación en otros estilos como el Hard-bob o el Funkyjazz. En los años cincuenta y sesenta surgen otros estilos diferentes como el Cooljazz de Miles Davis, el Freejazz atonal de Ornette Colleman o el Post-bob impulsado por el estilo modal del saxofonista John Coltrane.

Paralelamente en los 40 es el Rhythm Blues el estilo que cuenta con una afluencia masiva de la comunidad negra. Da lugar en las décadas sucesivas a una ramificación de estilos bailables que marcan la estética y la moda afroamericana durante las décadas de los 50, 60 y 70 (Rock&Roll, Soul, Funky, Disco..) Estos estilos serán también imitados y comercializados entre la población blanca y posteriormente exportados al mundo occidentalizado.

Los años 50 y 60 en EEUU están marcados por la lucha de la comunidad afroamericana que sufre la discriminación violenta y racial institucionalizada a través de las leyes segregracionistas. Luther King encarna la figura de líder carismático por la igualdad de derechos y por el derecho a voto. Encabeza una estrategia basada en la no violencia similar a la propulsada por Gandhi en la India para lograr la independencia. Luther King no cuenta con el seguimiento incondicional de toda la comunidad negra y paralelamente a mediados de los sesenta se articula el "Black Power" como movimiento activista que reivindica a través de la acción directa no solo la igualdad de derechos, también el empoderamiento político y cultural basado en el orgullo racial para la defensa de los intereses de la comunidad.

La Ley de derechos civiles es aprobada en 1964 y la Ley de derecho al voto en 1965, pero la desigualdad económica y social continúa siendo una realidad. El asesinato de Luther King en el 68 desata una espiral de violencia por todo el país.

Las campañas contra la guerra de Vietnam de Luther King así como la organización activista del Black Power inspira e impulsa en la década de los setenta otros movimientos por la justicia social como el feminismo, el activismo ecologista o la organización de los colectivos homosexuales en defensa de sus derechos.

La influencia recíproca entre la música norteamericana y las músicas latinoamericanas y caribeñas da lugar a la aparición del Jazz latino. La música afrocubana integra elemento jazzísticos en la década de los cuarenta. Anteriormente también se aprecia la influencia de la música cubana en norteamérica con la adaptación de clásicos latinos en conjuntos de jazz durante los años veinte y treinta (aunque en realidad los intercambios musicales se dan entre Cuba y Nueva Orleans desde principios de siglo). Bauza y Machito hacen hincapié en la necesidad de incorporar los ritmos tradicionales afrocubanos para que la cosa funcione correctamente. La incorporación del conguero Chano Pozo a la orquesta de Gillespie da como resultado el Cubob. Paralelamente en la Costa Oeste la orquesta de Perez Prado adapta el Dansón cubano en sus arreglos orquestales dando lugar al Mambo.

El deterioro de las relaciones internacionales con Cuba pone el foco de atención de los norteamericanos en Puerto Rico y otras zonas del Caribe y se ponen de moda otras músicas como la Salsa, el Calypso, el Merengue..

Las músicas afroamericanas de los cincuenta inspiran en Jamaica a una nueva ola de jóvenes músicos que desarrollan el Ska como estilo genuino, que tendrá gran repercusión en la isla durante la década de los sesenta. Posteriormente la evolución del género conduce al Rocksteady y finalmente al Reggae, siendo Marley su exponente más reconocido internacionalmente.

La influenca del West Coast Jazz en los locales de Copacabana fusionada con ritmos afrobrasileños como la Samba o el Candomblé desemboca en la aparición de la Bossa Nova a mediados de los 50. Jobim, Moraes, Powell entre otros alcanzan gran popularidad internacional con este género. Posteriormente en los 70 tiene lugar una rama más experimental del jazz brasileño con Hermeto Pascoal, Egberto Gismondi y Nana Vasconcelos entre otros..

La fusión del Jazz con las músicas tradicionales se da también en otros países de Latinoamérica dando lugar a multitud de estilos diversos (Colombia, Venezuela, Chile, Argentina..)

La década de los setenta representa un periodo muy creativo en la produción discográfica a ambos lados del Atlántico. La rivalidad Beathles - Rolling Stones a finales de los sesenta estimula la aparición de nuevas bandas de Rock con tendencias muy diversas, algunas muy atrevidas. La psicodelia experimental y largos desarrollos progresivos instrumentales tienen cabida. Empieza a ser frecuente la incorporación de sintetizadores y módulos de efectos.

Grupos como Pink Floyd, King Crimson, Génesis, Yes o Emerson Lake and Palmer desarrollan el Rock Progresivo en Inglaterra. En esta misma línea es destacable el movimiento Krautrock surgido en Alemania a finales de los 60. La guitarra distorsionada de Jimy Hendrix y la enérgica voz de Janis Joplin inspiran a las nuevas generaciones de guitarristas y vocalistas. El Hard Rock de grupos como Deep Purple, Led Zeppeling o Black Sabbath darán lugar a más ramificaciones de estilos contundentes en las décadas sucesivas. También el Folk adquiere gran relevancia a partir de los setenta, especialmente en Europa (Irlanda, Inglaterra, Francia, norte de España..)

Continua la fusión del Jazz con otros estilos como el Rock, el Funk o el Folk. Pastorius, Zawinul, Shorter, Hancock, Burton, Metheny, Corea, McLaughlin entre otros se convierten en estrellas internacionales dentro del género. Las fusiones con músicos flamencos y de la India como Paco de Lucia, Ravi Shankar o Zakir Hussain despierta el interés por las músicas del mundo. El World Music tendrá gran auge y desarrollo sobretodo en los 90. Algunos sellos se especializarán en la grabación de las músicas tradicionales de cualquier rincón del planeta y fomentarán la creación de festivales multiétnicos.

En España el sexteto de Paco de Lucía en los 80 marca la pauta a seguir entre las nuevas generaciones de músicos que fusionan el Flamenco tradicional con las músicas latinoamericanas y de otros lugares del mundo. Los más ortodoxos miran con cierto recelo la innovación y hacen hincapié en la importancia de conocer la pureza de un arte con una gran riqueza basado en la transmisión oral. Una música por otro lado muy expuesta a diversas influencias culturales a lo largo de la historia. Arraigada en el viejo Al-Ándalus y nutrida en los puertos de Cádiz por viajeros que cruzaban el Atlántico. Los cantes de ida y vuelta ya denotan el influjo latinoamericano en el Flamenco con anterioridad a su modernización.

El marco ideológico del Black Power inspirado por intelectuales como Malcom X ahonda en la africanidad de los negros norteamericanos como seña de identidad. El movimiento panafricanista reivindica la hermandad y la unión de los pueblos africanos y sus diásporas bajo un solo estado liberado del yugo colonialista. Tiene su origen entre los esclavos liberados del siglo XVIII que plantean la necesidad de retornar a África o de crear un país independiente en América para los negros deportados. Sierra Leona y Liberia son países creados en la costa Occidental africana para albergar a los esclavos liberados que retornan al continente.

El concepto panafricano se forja y define a lo largo del siglo XX. La *"Iª Conferencia Panafricana"* tiene lugar en Londres en el año 1900 reuniendo a treinta representantes de países africanos y descendientes de africanos estadounidenses y caribeños. En 1914 el afrojamaicano Marcus Garvey funda la *"Asociación Universal de Desarrollo Negro y la Liga de Comunidades Africanas"*. Tras la primera guerra mundial se suceden los cuatro primeros *"Congresos Panafricanos"*.

Paralelamente se desarrolla el movimiento *"Negritude"* con la pretensión de definir una identidad cultural y social de origen africano-francés en el Caribe. Este movimiento es más influyente que el panafricanismo entre los descendientes africanos de Latinoamérica.

Tras la Segunda Guerra Mundial el Panafricanismo y la Negritud son enarboladas por los líderes políticos africanos (con formación occidental) para impulsar la independencia de sus países. Las sociedades africanas responden positivamente al levantamiento por librarse del yugo del hombre blanco, a pesar de que los conceptos "Panafricanismo" y "Negritud" son en realidad una importación americana.

Los pueblos africanos se desenvuelven en una doble realidad con la formación de los nuevos países. La suya propia anterior a la colonización europea, con sus propias organizaciones y distribuciones territoriales, y la nueva administración gubernamental de corte occidental que pretende modernizar las infraestructuras. La falta de recursos económicos para llevar a cabo las obras públicas endeuda de por vida a estos nuevos países con instituciones como el Banco Mundial o el Fondo Monetario Internacional, que prestan el dinero para que empresas extranjeras europeas o norteamericanas realicen los trabajos.

Los Planes de Ajuste Estructural impuestos como condición para estos préstamos suponen recortes en gastos sanitarios, educativos y sociales hundiendo aún más en la miseria a la población. Las multinacionales extranjeras continúan explotando los recursos naturales del continente africano tras la descolonización al tiempo que se desatan sangrientas y devastadoras guerras civiles que provocan millones de víctimas mortales y desplazados.

En los años 50 el panafricanista senegales Cheilkh Anta Diop trabaja durante diez años en su tesis doctoral basada en el origen negroide del Egipto faraónico. Establece conexiones culturales entre los pueblos subsaharianos y el antiguo Egipto como son la circuncisión, el totemismo, las cosmologías, la arquitectura y también los instrumentos musicales. *"Kémet"* es como se denominaban a sí mismos los Egipcios en la antigüedad. La traducción literal de esta palabra es *"Pais negro".* Diop interpreta esta autodenominación como indicio del color de la piel de los Egipcios, pero la egiptología clásica entiende que esta acepción hace referencia al color negro de los limos que fertilizan la tierra tras las crecidas anuales del Nilo.

Diop recopila también testimonios de la antigüedad grecolatina en los que se describe a los Egipcios como negros y observa diferentes grabados en los que se muestra a egipcios y nubios juntos representados con el miso color de piel. En Nubia (Nilo arriba) si está constatada la negritud de sus antiguos pobladores. También está demostrado que Nubia y Egipto compartían una estrecha cercanía cultural.

La teoría de Diop sostiene que la cultura egipcia es el origen de las culturas del África negra al igual que Grecia lo es de la cultura occidental. A lo largo de los siglos, con las invasiones de los Hicsos, Asirios y Persas procedentes de Mesopotamia se habría producido el mestizaje en el Delta del Nilo. Para Diop la pureza de la cultura Egipcia se encontraba en el Alto Egipto, rio arriba hacia el sur.

Estas ideas generan gran rechazo entre los egiptólogos europeos reacios a considerar que las raíces de Occidente pudieran estar impregnadas de negritud en un momento en el que se aún se considera al África negra como un conjunto de tribus salvajes carentes de historia.

En el año 74 Diop y el congoleño Théophile Obenga consiguen el reconocimiento de la africanidad egipcia ante la egiptología occidental en el coloquio celebrado en el Cairo bajo el lema *"Población del Antiguo Egipto y decodificación de la escritura meroítica".* Durante estos seis días el antiguo Egipto es reconocido como africano por su lengua, su sistema social, su arte y su pensamiento.

La figura de Diop da origen a la corriente historiográfica *"Escuela de Dakar"* que trata de realzar el valor de la historia y de las culturas africanas. La Universidad de Dakar lleva su nombre en honor a la labor realizada.

Las teorías actuales apuntan a un origen común de las culturas subsaharianas y egipcias en el Neolítico sahariano (hace unos 9000 o 7000 años). La desertización de la zona habría motivado movimientos migratorios hacia la vega del Nilo y hacia el sur.

La historia del continente Africano es compleja y diversa por la inmensa extensión territorial que abarca, los diferentes pueblos y culturas que la habitan o la han habitado, y por la escasez de fuentes documentales durante largos periodos de tiempo en algunas zonas. La visión historiográfica del África Subsahariana está condicionada por los escritos grecolatinos de la antigüedad, los textos de los historiadores musulmanes del norte de África y por la visión esclavista y colonial de las potencias europeas. Todos estos documentos recogen una visión exterior de la historia del África negra, que carece de documentos escritos propios a pesar de contar con una gran riqueza en su tradición oral.

África ha permanecido en contacto con las culturas euroasiáticas a través del comercio internacional desde los tiempos de la antigüedad. El Nilo, las costas orientales y el Sáhara han permitido el intercambio mercantil y cultural.

La antropología moderna sitúa además en el continente africano los orígenes de la humanidad, con lo cual sus diásporas por todo el planeta habrían comenzado precisamente aquí.

6. PANORAMA ACTUAL

Dos décadas han pasado ya desde que iniciamos el nuevo siglo y son muchas las asignaturas pendientes y los retos a los que nos enfrentamos en la actualidad.

La sobreexplotación de los recursos naturales y un modelo de vida basado en el consumo exacerbado han provocado serios problemas medioambientales. Actualmente atravesamos el denominado periodo de la "sexta extinción" en la historia biológica del planeta.

Los éxodos causados por la guerra y el hambre generan una importante crisis humanitaria al tiempo que las desigualdades sociales y económicas son cada vez mayores.

La revolución digital y el perfeccionamiento de la robótica contrastan con la decadencia social y medioambiental generando una confusa sensación de progreso y evolución entre la población en todo el mundo. La tecnología interactiva construye nuevas formas de relacionarse, de acceder a la información, de consumir y comerciar. A través de las redes sociales los usuarios ceden gratuitamente su información fabricando una identidad virtual.

El gusto por lo superficial, lo banal y lo inmediato conducen a una decadencia cultural sin precedentes. Uno de los síntomas más evidentes de esta crisis se expresa a través de las tendencias musicales impulsadas por los medios de comunicación basadas en la violencia y el sexo explícito.

La industria discográfica sufre una fuerte crisis y una transformación radical con la digitalización. El consumo "online" conduce a la casi desaparición de los formatos físicos.

Por otro lado, la divulgación científica y cultural encuentran un buen canal de difusión en Internet. El acceso a conocimientos de cualquier índole es practicable para cualquier usuario con la inquietud por aprender.

El abaratamiento de los instrumentos musicales y la apertura de nuevas escuelas de música facilita el aprendizaje y fomenta el interés por la materia. Los estudios superiores incorporan las tendencias jazzísticas en los conservatorios y la educación musical es valorada e incorporada en los planes escolares por sus múltiples beneficios educativos.

La valiosa labor realizada por los grandes pedagogos del siglo XX permite a día de hoy que la música sea entendida como necesaria e imprescindible en la formación integral de las personas, aunque verdaderamente queda aún mucho por recorrer en la valoración social de esta disciplina.

Las múltiples tendencias desarrolladas durante el siglo XX resuenan de manera reiterada en una interminable digestión que no tiene fin. Las vanguardias del siglo pasado parecen haber ido mucho más lejos de lo que el oído popular está dispuesto a tolerar, por lo que la indagación y la experimentación quedan reservadas para minorías apasionadas. Lo cierto es que a día de hoy es posible encontrar músicos dedicados a cualquier estilo cultivando y manteniendo vivo el rico patrimonio cultural de tiempos pasados y la tradición de los pueblos. Personalmente, me resisto a creer que los caminos de la música estén agotados.

Me parece que John Cage define con bastante acierto la situación musical en la que nos encontramos, por lo que me ha parecido apropiado concluir esta extensa contextualización histórica con sus propias palabras *(aunque es más que probable que el valor de las mismas y su contexto no sean iguales en su origen).*

"Vivimos en un tiempo en el que creo que no hay una corriente principal, sino muchas corrientes, o incluso, si se quiere pensar en un río de tiempo, que hemos llegado a un delta, puede que incluso más allá de un delta, a un océano que se extiende hasta el cielo…"
J. Cage

BIBLIOGRAFÍA

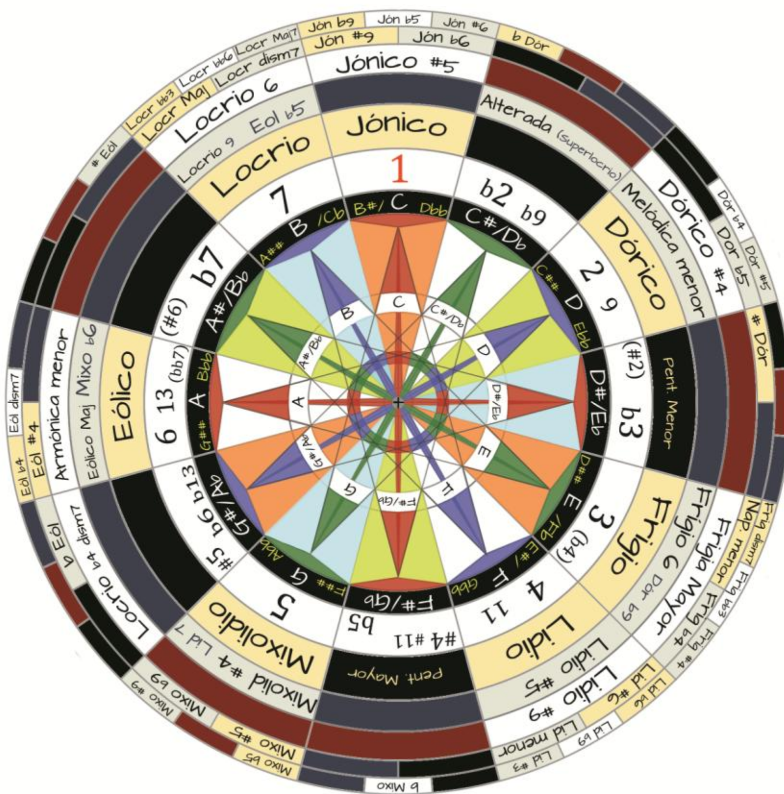
- **ADIESTRAMIENTO ELEMENTAL PARA MÚSICOS -**Paul Hindemith
- **ARMONÍA** -Walter Piston
- **ARMONÍA APLICADA A LA GUITARRA -**Sergio Fulqueris
- **ARMONÍA DEL SIGLO XX** -Vicent Persichetti
- **ARMONÍA FUNCIONAL** - Nestor Crespo
- **A THEORY OF HARMONY** -Ernst Levy
- **JAZZOLOGY** -Robert Rawlins & Nor Eddine Bahha
- **LA MÚSICA RENACENTISTA COMO UNA ETAPA DE LA EVOLUCIÓN CONTINUA DEL TONALISMO** -Gustavo Adolfo Yepes Londoño
- **LA TÉCNICA DE MI LENGUAJE MUSICAL** -Olivier Messiaen
- **TRATADO DE ARMONÍA** -Arnold Schoenberg
- **TRATADO DE ARMONÍA** -Joaquin Zamacois
- **MÚSICA ELECTRÓNICA** -G. Letraublon
- **NEW MUSICAL RESOURCES** – Henry Cowell
- **SISTEMAS DE AFINACIÓN EN LA MÚSICA OCCIDENTAL** - Éduardo Kacheli
- **TEORÍA MUSICAL Y ARMONÍA MODERNA** – Enric Herrera
- **TEORÍA DEL JAZZ** -Mark Levine
- **IRRATIONALITY Metric Structures and Quantified Space -** Einar Torfi Einarrson

Contextualización histórica

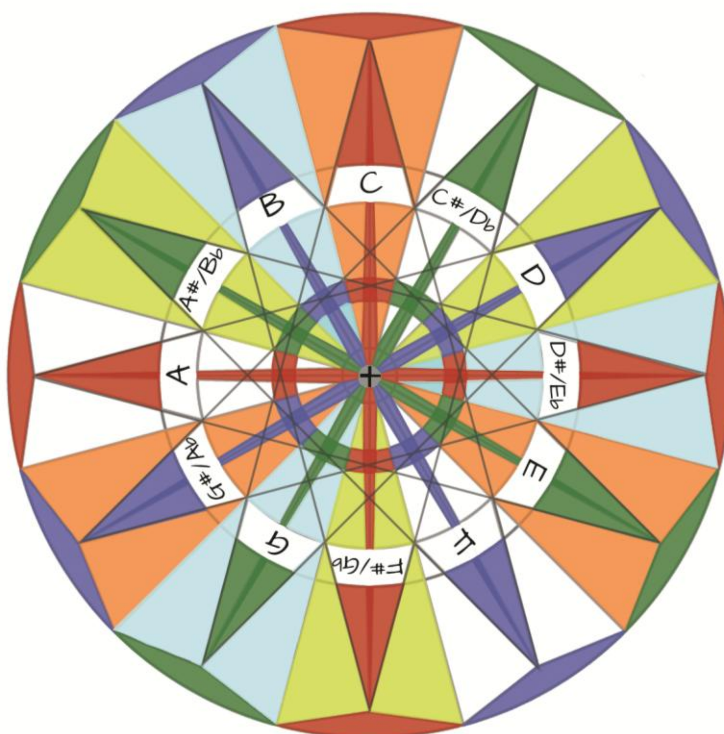
- **ATLAS HISTÓRICO EDAD MODERNA** - Varios autores *(Alhambra Universidad)*
- **ATLAS HISTÓRICO MUNDIAL** - Hermann Kinder & Werner Hilgemann
- **BREVE HISTORIA DEL ÁFRICA SUBSAHARIANA** -Eric García Moral
- **CALIBÁN Y LA BRUJA** -Silvia Federichi
- **CUERDAS VIBRANTES Y CALOR: La génesis del análisis de Fourier** J.M. Almira
- **EGIPTO, El mundo de los Faraones** -Regine Schulz & Matthias Seidel
- **HISTORIA UNIVERSAL, Edad Contemporánea** -Antonio Fernández
- **HISTORIA DE LAS CIVILIZACIONES Y DEL ARTE** Varios *autores (Grupo Edetaina)*
- **LA DIOSA BLANCA** -Robert Graves
- **LA ESTÉTICA MUSICAL DESDE LA ANTIGÚEDAD HASTA EL SIGLO XX** -Enrico Fubini
- **LOS MITOS GRIEGOS** -Robert Graves
- **MÚSICAS EN LA ANTIGÚEDAD** -Fundación la Caixa
- **MÚSICA Y MUJERES. Género y poder** - Varias autoras (Edición Marisa Manchado)
- **¿QUÉ ES LA HISTORIA?** Eduard H. Carr
- **THE ARAB CONTRIBUTION TO MUSIC OF THE WESTERN WORLD** -Rabah Saoud

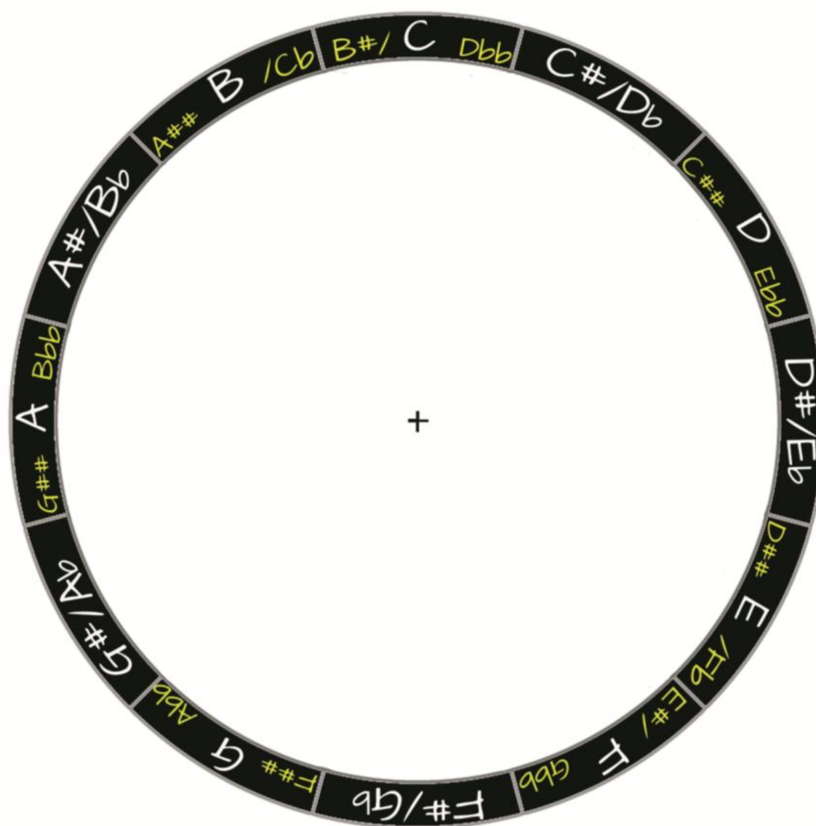
ROSCO MUSICAL

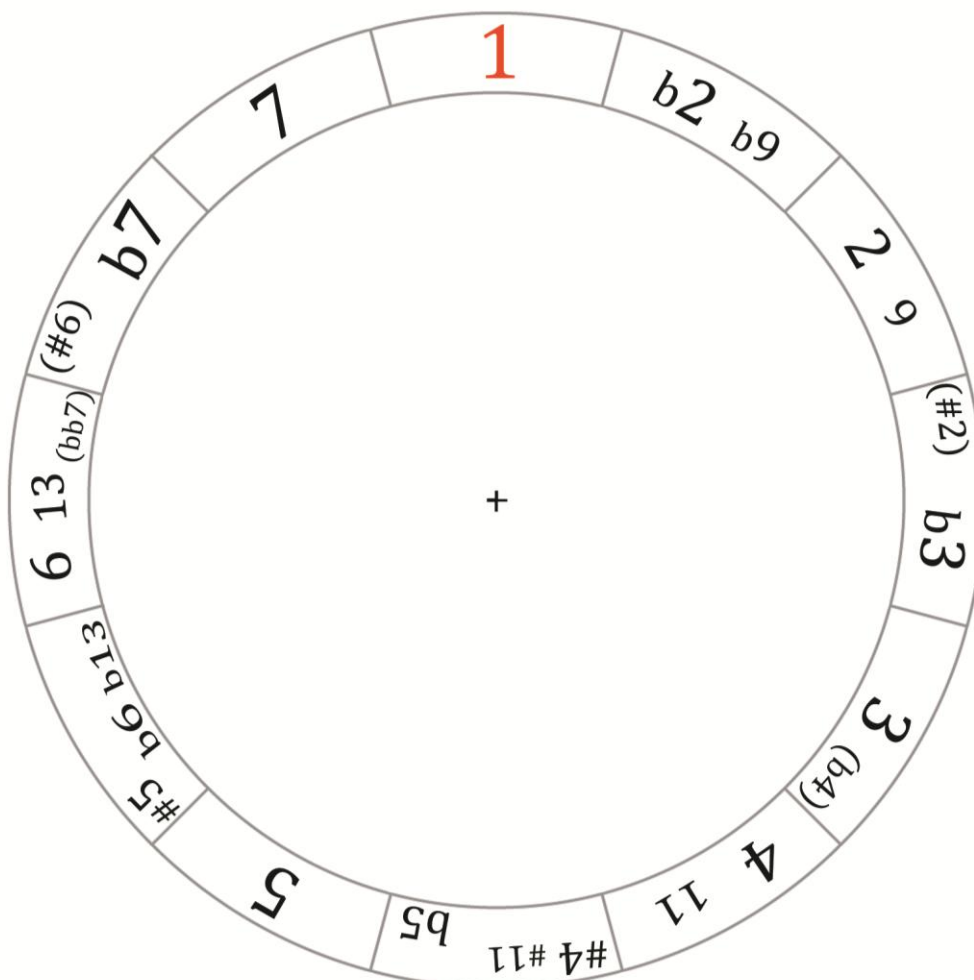
Adjuntamos esta herramienta con la intención de facilitar la comprensión de algunos aspectos referidos al manejo de los intervalos y las escalas modales en el temperamento igual de doce sonidos. Consta de cuatro piezas circulares que han de ser recortadas y ensambladas de manera concéntrica como ilustramos en el modelo.

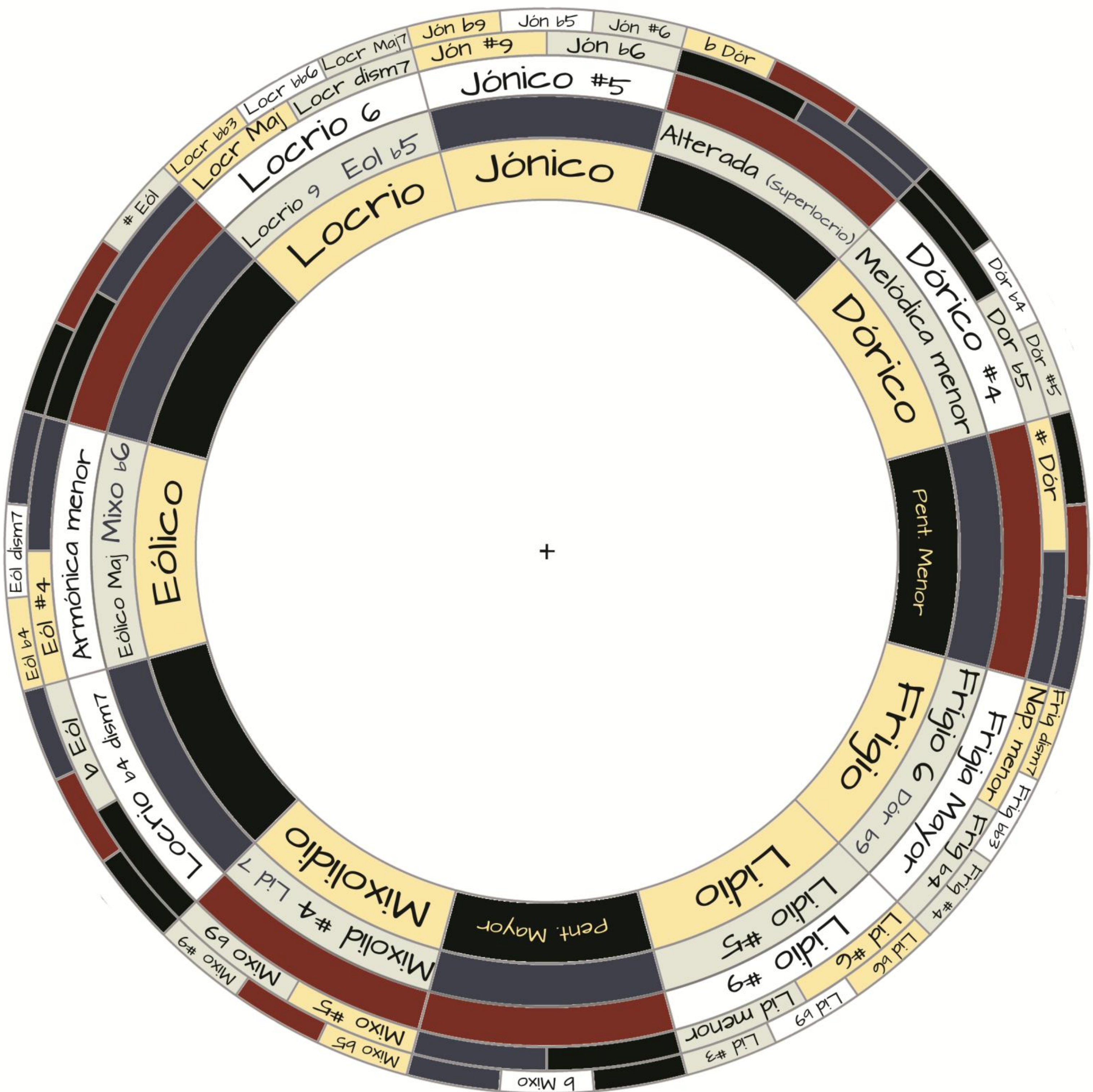


Modelo




B#/ C Dbb
C#/Db
C## D Ebb
D#/Eb
D## E /Fb
E#/ F Gbb
F#/Gb
F## G Abb
G#/Ab
G## A Bbb
A#/Bb
A## B /Cb


1
b2 b9
2 9
(#2) b3
3 (b4)
4 11
#4 #11 b5
5
#5 b6 b13
6 13 (bb7)
(#6) b7
7


Jónico
Locrio
Dórico
Eólico
Frigio
Lidio
Mixolidio
Pent. Menor
Pent. Mayor
Jónico #5
Locrio 6
Alterada (Superlocrio)
Melódica menor
Dórico #4
Armónica menor
Eólico Maj
Mixo b6
Locrio 9
Eol b5
Frigio 6
Dór b9
Frigia Mayor
Lidio #5
Lidio #9
Mixolid #4
Lid 7
Locrio b4 dism7
Nap. menor
Jón #9
Jón b6
Jón b9
Jón b5
Jón #6
b Dór
Locr Maj7
Locr dism7
Locr bb6
Locr Maj
Locr bb3
Eól
Dór b4
Dor b5
Dór #5
Dór
Frig dism7
Frig bb3
Frig b4
Frig #4
Lid #6
Lid b6
Lid b9
Lid menor
Lid #3
b Mixo
Mixo b5
Mixo #5
Mixo b9
Mixo #9
b Eól
Eól dism7
Eól #4
Eól b4

Visualizar las notas musicales en términos de frecuencia y longitud de onda aporta una visión muy clara a la hora de comprender las relaciones existentes entre intervalos. No son necesarias matemáticas demasiado complejas para apreciar la proporcionalidad entre los sonidos de la serie armónica o para explicar en qué consisten la afinación pitagórica o el temperamento igual. Este es precisamente el punto de partida desde el que comenzamos nuestro estudio.

Para organizar y clasificar lo mejor posible los contenidos de este volumen se han distribuido en siete bloques. En el primero abordamos los fundamentos físicos de la armonía como ya hemos referido. El segundo está dedicado al estudio de los intervalos. El tercero analiza los principales acordes empleados en armonía moderna y el cuarto el uso modal y tonal de los modos griegos. El enfoque puede ser de gran utilidad, especialmente para la estructuración de las escalas modales.

La quinta parte analiza las repercusiones que el sistema geométrico de doce sonidos ha tenido en la música occidental en el último siglo. La armonía en espejo, los modos de transposición limitada, el sistema axial Bartók o el dodecafonismo son algunas de las técnicas derivadas de este modelo.

La sexta constituye un exhaustivo análisis de la serie armónica a partir de la proporcionalidad rítmica existente entre las frecuencias que la componen. A lo largo de estos capítulos se desarrollan en paralelo el ritmo de la armonía así como la armonía del ritmo, por lo que además de profundizar en conceptos armónicos, llevamos a la vez un interesante estudio rítmico basado en la idea de los compases irracionales.

En el séptimo y último bloque estudiamos las posibilidades microtonales derivadas del temperamento igual, en el que la octava es dividida por intervalos proporcionalmente iguales entre sí. Proponemos un cifrado para el manejo de los intervalos microtonales obtenidos y establecemos un interesante paralelismo geométrico con el estudio rítmico de la serie armónica desarrollada durante el bloque anterior.

Estudiar la música a través de la geometría resulta sin lugar a dudas una manera extraordinaria para comprender mejor cómo está estructurada. Facilita muchísimo la visualización de los conceptos y permite establecer relaciones que de otro modo son complicadas de apreciar.

ISBN: 978-84-09-33467-4

Depósito Legal: M-24778-202

